

Mestrado em Instrumentação Biomédica

---

## **Manutenção de equipamentos médicos com tecnologia BTL – Estágio na BTL Portugal**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em  
Instrumentação Biomédica

**Autora**

**Maria Rita Borronha Mendes**

**Orientadora**

**Professora Doutora Fernanda Madureira Coutinho**

Professora do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor**

**Engenheiro Tiago Crespo**

BTL Portugal

**Coimbra, abril de 2018**



*Aos meus pais,  
António e Adelaide*



# Agradecimentos

Chegando ao fim, é de extrema importância agradecer a todos os que, de formas distintas, me apoiaram e incentivaram nesta fase tão importante.

Aos meus pais, a quem dedico todo o trabalho realizado até aqui, o meu enorme obrigada por tornarem tudo possível. Pelo esforço, pelo incentivo, pelo carinho. É tudo muito mais fácil se o essencial partir de casa. Obrigada.

À minha irmã, que sempre me apoia e protege. Obrigada.

Ao meu namorado, por toda a paciência, ajuda e carinho com que passas esta fase ao meu lado. Obrigada.

Aos meus amigos pelo apoio e também necessária fonte de distração no decorrer deste período. Obrigada.

À minha orientadora de estágio do ISEC, Professora Fernanda Coutinho, pelo acompanhamento contínuo e interessado, pelas sugestões, por não desistir do meu trabalho nem de mim. Obrigada.

A todos os colaboradores da BTL Portugal, por me permitirem realizar o meu estágio num ambiente tão agradável. E em particular ao meu orientador, Engenheiro Tiago Crespo, obrigada pelo apoio, dedicação e experiência partilhada desde o primeiro dia. Obrigada.

Ao ISEC, por me ter proporcionado as condições ao longo destes últimos cinco anos, para me formar nesta área do conhecimento.

Por fim, mas não menos importante, um grande agradecimento à minha restante família que esteve sempre presente para me reconfortar e apoiar neste momento tão importante. Obrigada.



# Resumo

O presente relatório pretende descrever todo o trabalho levado a cabo no decorrer do estágio curricular, realizado na empresa BTL Portugal entre janeiro e junho de 2017, na área da manutenção de equipamentos médicos. O estágio foi realizado ao abrigo da Unidade Curricular de Projeto/Estágio do Mestrado em Instrumentação Biomédica, lecionado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), tendo sido orientado pela Professora Fernanda Coutinho do ISEC e supervisionado, em contexto empresa, pelo Engenheiro Tiago Crespo.

A BTL Portugal é uma empresa multinacional que produz, comercializa e faz manutenção de equipamentos médicos não invasivos de marca própria, destinados à realização de terapias de reabilitação (Fisioterapia), à medição e diagnóstico de problemas do foro cardíaco (Cardiologia) e a tratamentos de cariz estético (Estética). Estas áreas de atuação da empresa são acompanhadas pelo departamento comercial, departamento técnico e departamento financeiro e administrativo, com gestão do Diretor Geral.

O estágio teve como base orientadora um conjunto de tarefas que foram seguidas e cumpridas, e cujo principal objetivo era permitir à aluna o acompanhamento e a realização, de forma autónoma, de manutenções preventivas e correctivas de equipamentos com tecnologia BTL, permitindo-lhe também estudar, em simultâneo, as características dos equipamentos, as ferramentas e equipamentos de apoio à manutenção, a realização de testes de segurança eléctrica e as principais normas que regulamentam este setor.

A realização deste estágio foi muito importante, quer a nível académico, profissional e pessoal. Foram adquiridas competências muito importantes na área de electromedicina, nomeadamente conceitos técnicos e a sua aplicação. Foi proporcionada a devida liberdade à aluna para a realização das manutenções e a procura da causa da avaria, realizando várias tentativas de reparação, e aumentando assim a sua motivação e autoconfiança para colaborar como um membro da empresa e preparando-a para a vida profissional futura.

Palavras Chave: Instrumentação biomédica; Electromedicina; Manutenção; Equipamentos não invasivos; BTL Portugal; ISEC.





# Abstract

*This report is intended to describe all the work carried out during the curricular internship held at BTL Portugal between January and June of 2017 in the area of medical equipment maintenance.*

*The internship was carried out under the Project / Internship Course of the Master's Degree in Biomedical Instrumentation, taught by the ISEC (Instituto Superior de Engenharia de Coimbra), and was tutored by Professor Fernanda Coutinho from ISEC and supervised, in a company context, by Engineer Tiago Crespo.*

*BTL Portugal is a multinational company that manufactures, markets and maintains non-invasive medical equipment of its own brand, aimed at rehabilitation therapies (Physiotherapy), the measurement and diagnosis of cardiac problems and cardiac aesthetic aspect (esthetics). These areas of activity of the company are accompanied by the commercial department, technical department and financial and administrative department, with management of the General Director.*

*The internship was based on a set of tasks that were followed and fulfilled, and whose main objective was to allow the student to follow up and carry out, in an autonomous way, preventive and corrective maintenance of equipment with BTL technology, allowing her to study, also, the characteristics of the equipment, tools and equipment to support maintenance, implementation of electrical safety tests and the main international rules that regulate this sector.*

*The accomplishment of this stage was very important, at the academic, professional and personal levels. Very important competences were acquired in the area of electromedicine, namely technical concepts and their application. The student was given the necessary freedom to carry out the maintenance and search for the cause of the breakdown, making several attempts to repair it, thus increasing her motivation and self-confidence to collaborate as a member of the company and prepare her for future professional life.*

*Keywords: Biomedical instrumentation; Electromedicine; Maintenance; Non-invasive equipment; BTL Portugal; ISEC.*



# Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Enquadramento .....	1
1.2.	Objetivos e principais tarefas realizadas .....	1
1.3.	Entidade de acolhimento .....	2
1.3.1.	Campo de atividade .....	3
1.3.2.	Organograma da empresa .....	3
1.3.3.	Departamento técnico .....	4
1.4.	Estrutura do relatório .....	5
2.	Manutenção: revisão da literatura.....	7
2.1.	Conceitos teóricos.....	7
2.2.	Normas de manutenção e segurança elétrica .....	8
2.2.1.	Norma IEC 60601.....	8
2.2.2.	Norma IEC 61140.....	8
2.2.3.	Norma IEC 62353.....	10
2.2.4.	Teste de segurança elétrica .....	10
3.	Equipamentos com tecnologia BTL .....	13
3.1.	Fisioterapia.....	13
3.1.1.	Equipamentos combinados .....	13
3.1.2.	BTL-6000 SWT .....	16
3.1.3.	BTL-6000 Lymphastim .....	16
3.1.4.	BTL-6000 TR .....	16
3.1.5.	CPMotion .....	17
3.2.	Cardiologia.....	19
3.2.1.	Eletrocardiógrafos .....	19
3.2.2.	Prova de esforço .....	19
3.2.3.	BTL-08 ABPM .....	19
3.2.4.	BTL-08 Holter .....	20
3.2.5.	Cardiopoint .....	20
3.3.	Medicina estética .....	23
3.3.1.	BTL Exilite .....	23
3.3.2.	BTL Exilis .....	23
3.3.3.	BTL Vanquish .....	24

3.4.	Normas de garantia.....	25
4.	Manutenção de equipamentos.....	27
4.1.	Equipamentos de apoio à manutenção e calibração .....	27
4.2.	Procedimentos realizados no âmbito do estágio.....	29
4.2.1.	Testes de aceitação a equipamentos novos .....	29
4.2.2.	Manutenções corretivas.....	30
4.2.2.1.	Fisioterapia .....	30
4.2.2.2.	Cardiologia .....	38
4.2.2.3.	Medicina estética .....	41
4.2.3.	Manutenções preventivas .....	43
4.3.	Conclusões do capítulo.....	44
5.	Conclusões e propostas de melhoria .....	45
5.1.	Conclusões.....	45
5.2.	Propostas de melhoria .....	45
6.	Bibliografia .....	47
7.	Anexos .....	49

# Índice de figuras

Figura 1 - Cronograma de tarefas. ....	2
Figura 2 - Logótipo da empresa [1]. ....	2
Figura 3 - Abrangência mundial da empresa [1]. ....	3
Figura 4 - Organigrama da empresa. ....	4
Figura 5 - Organigrama do departamento técnico. ....	4
Figura 6 - Fluxograma referente ao processo de resolução de avarias. ....	6
Figura 7 - Tipos de manutenção [4]. ....	8
Figura 8 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento I [9]. ....	9
Figura 9 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento II [8]. ....	9
Figura 10 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento III [9]. ....	9
Figura 11 - Identificação de partes aplicadas tipo B [8]. ....	9
Figura 12 - Identificação de partes aplicadas tipo BF [8]. ....	10
Figura 13 - Identificação de partes aplicadas tipo CF [8]. ....	10
Figura 14 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano [13]. ....	11
Figura 15 - Conexão de um eletrocardiógrafo ao <i>Fluke Biomedical</i> . ....	12
Figura 16 - Equipamento BTL-4000 Professional. ....	15
Figura 17 - Equipamento BTL-5000 com display de 8.4". ....	15
Figura 18 - Equipamento BTL-4000 Premium. ....	15
Figura 19 - Equipamento BTL-6000 SWT. ....	16
Figura 20 - Equipamento BTL-6000 Lymphastim e respetivo aplicador. ....	16
Figura 21 - Equipamento BTL-6000 TR e respetivos aplicadores. ....	17
Figura 22 - Equipamento CPMotion. ....	17
Figura 23 - Equipamento BTL-08 série M. ....	19
Figura 24 - Equipamento BTL-08 ABPM. ....	20
Figura 25 - Equipamento BTL-08 Holter. ....	20
Figura 26 - Exemplo de mapa ST vertical. ....	21

Figura 27 - Equipamento BTL Exilite. ....	23
Figura 28 - Equipamento BTL Exilis.....	24
Figura 29 - Equipamento BTL Vanquish.....	24
Figura 30 - Calibração de sonda de ultrassons.....	27
Figura 31 - Simulador de sinais vitais. Phantom 320. ....	28
Figura 32 - Simulador para os aplicadores EXILIS.....	28
Figura 33 - Aparelho para teste de cabos de magnetoterapia. ....	28
Figura 34 - Seringa de calibração de espirómetros. ....	29
Figura 35 - Filtro de calibração do aplicador IPL. ....	29
Figura 36 - Estatísticas de manutenções na área de fisioterapia. ....	30
Figura 37 - Sonda de ultrassons. ....	31
Figura 38 - Reparação de conector. ....	31
Figura 39 - "Touch memory" e conexões da sonda. ....	32
Figura 40 - Reparação de uma sonda laser. ....	33
Figura 41 - Conexões da sonda laser. ....	33
Figura 42 - Substituição do cabo de um solenoide. ....	34
Figura 43 - Troca de kit de ondas de choque. ....	34
Figura 44 - Sistema elétrico do aplicador de ondas de choque. ....	35
Figura 45 - Válvula magnética.....	35
Figura 46 - Interior do equipamento BTL-4000 Topline com gerador de ultrassons. ....	35
Figura 47 - Substituição de relés da placa geradora de ultrassons.....	36
Figura 48 - Interior do equipamento BTL-5000. ....	36
Figura 49 - Conjunto de válvulas do equipamento BTL-6000 Lymphastim. ....	37
Figura 50 - Teste de pressão das válvulas.....	37
Figura 51 - Estatísticas de manutenções na área de cardiologia. ....	38
Figura 52 - Simulação de um sinal ECG num equipamento BTL-08 SD.....	39
Figura 53 - Atualização de firmware de um BTL-08 MT.....	39

Figura 54 - <i>Firmware Loader for service</i> . ....	40
Figura 55 - Interior do equipamento BTL-08 Holter.....	40
Figura 56 - Estatísticas de manutenções na área de estética.....	41
Figura 57 - Interior do aplicador IPL e desconexão de ligações. ....	41
Figura 58 - Substituição da lâmpada do aplicador IPL. ....	42
Figura 59 - Atualização de <i>firmware</i> de um BTL- Exilis.....	42
Figura 60 - Calibração do <i>display</i> . ....	43
Figura 61 - Verificação do contacto entre os elétrodo. ....	44

# Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela-resumo dos equipamentos de fisioterapia.....	18
Tabela 2 - Tabela-resumo dos equipamentos de cardiologia.....	22
Tabela 3 - Tabela-resumo dos equipamentos de medicina estética.....	24



# Acrónimos

ABPM	-	<i>Ambulatory Blood Pressure Monitoring</i>
FMF	-	<i>Focused Magnetic Field</i>
IEC	-	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPL	-	<i>Intense pulsed light</i>
ISC	-	<i>International Service Center</i>
ISEC	-	<i>Instituto Superior de Engenharia de Coimbra</i>
LAN	-	<i>Local Area Network</i>
LED	-	<i>Light Emitting Diode</i>
PM	-	<i>Product Manager</i>
RTF	-	<i>Rotary Field Technology</i>
SOS	-	<i>Service Operations Support</i>
TRS	-	Tensão Reduzida de Segurança
TRP	-	Tensão Reduzida de Proteção



# 1.Introdução

Este relatório pretende espelhar o trabalho desenvolvido (incluindo os obstáculos e desafios encontrados) ao longo do estágio curricular realizado no ano letivo 2017/2018, no âmbito da Unidade Curricular de Projeto/Estágio do Mestrado em Instrumentação Biomédica, lecionado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

Neste capítulo é dada uma visão geral sobre o estágio, nomeadamente qual o seu enquadramento (Secção 1.1) e quais os principais objetivos e tarefas realizadas (Secção 1.2). É também apresentada a empresa em que o estágio decorreu, os seus métodos e campos de atividade e, mais detalhadamente, o funcionamento do departamento técnico (Secção 1.3). A informação apresentada nesta última secção baseia-se em documentos internos da empresa. O capítulo termina com a apresentação da estrutura do documento (Secção 1.4).

## 1.1.Enquadramento

Para término do Mestrado em Instrumentação Biomédica, foi-nos dada a possibilidade de escolha entre projeto ou estágio. A escolha recaiu sobre a vertente de estágio, uma vez que poderia, desde já, iniciar o contacto com o mundo do trabalho numa área de atividade que fosse afim à minha formação académica.

A área da manutenção de equipamentos médicos constitui uma área muito importante, pois tem um objetivo nobre que é o de garantir que os equipamentos que os profissionais de saúde utilizam nas suas atividades, estejam nas melhores condições possíveis e de acordo com a legislação em vigor.

O estágio foi realizado na área da manutenção de equipamentos médicos, na empresa BTL Portugal (Capítulo 2), com a supervisão do Engenheiro Tiago Crespo da BTL Portugal e sob orientação da Professora Doutora Fernanda Coutinho do ISEC.

## 1.2.Objetivos e principais tarefas realizadas

Os principais objetivos da realização deste estágio recaíram sobre o aprofundamento dos conhecimentos na área de manutenção e conhecimento do mercado de trabalho na área da indústria de equipamentos médicos, nomeadamente através da realização de manutenções preventivas e corretivas de forma autónoma e pelo conhecimento de normas a aplicar neste tipo de intervenções. Em concordância com estes objetivos, foi elaborado e cumprido um plano de trabalhos que, a seguir, se descreve sumariamente. O plano de trabalhos contemplou oito tarefas cuja carga temporal e distribuição cronológica se apresentam na Figura 1.

Inicialmente o objetivo incidiu na integração da aluna, nomeadamente através do ambiente que envolve toda a empresa, a sua dimensão e filosofia.

Numa segunda fase, foram disponibilizados manuais e informação necessária acerca dos equipamentos com os quais a aluna iria ter um maior contacto. Havendo sempre equipamentos de serviço, foi-lhe possível observar cada um deles à medida que essa tarefa ia sendo cumprida.

Relativamente à manutenção dos equipamentos, inicialmente a aluna observou o procedimento de reparação de cada um deles (Fase 3) e, sempre que era necessária a realização de uma manutenção semelhante, já lhe era permitido efetuar a mesma (Fase 5), com a supervisão

superior. Em simultâneo com as fases anteriormente descritas (Fase 3 e Fase 5), foi possível acompanhar e observar manutenções realizadas no exterior das instalações (Fase 4) e, mais tarde, poder realizá-las autonomamente (Fase 6).

As Fases 7 e 8 consistiram na sugestão de melhorias nos processos de reparação, bem como a escrita do relatório de estágio.

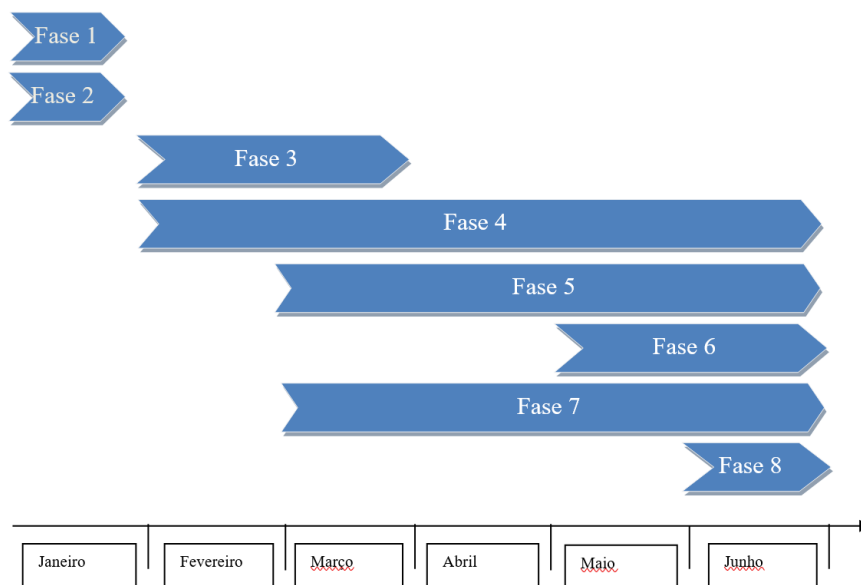


Figura 1 - Cronograma de tarefas.

### 1.3. Entidade de acolhimento

Nesta secção é apresentada a empresa que acolheu a aluna durante o estágio curricular, bem como o seu campo de atividade e a sua estrutura, tendo como foco principal o funcionamento do departamento técnico.



Figura 2 - Logótipo da empresa [1].

A empresa de acolhimento do estágio - BTL Portugal - é uma multinacional que fabrica e comercializa os seus próprios produtos em três áreas distintas: fisioterapia, cardiologia e medicina estética. O seu logotipo é apresentado na Figura 2.

A empresa foi fundada em 1993 na República Checa, onde se situa todo o desenvolvimento de produtos - *Service Operations Support* (SOS). No entanto, a fábrica e o centro internacional de assistência técnica - *International Service Center* (ISC) - encontra-se situado na Bulgária. Atualmente já se expandiu por mais de 50 países, cobrindo 5 continentes (Figura 3)[1].

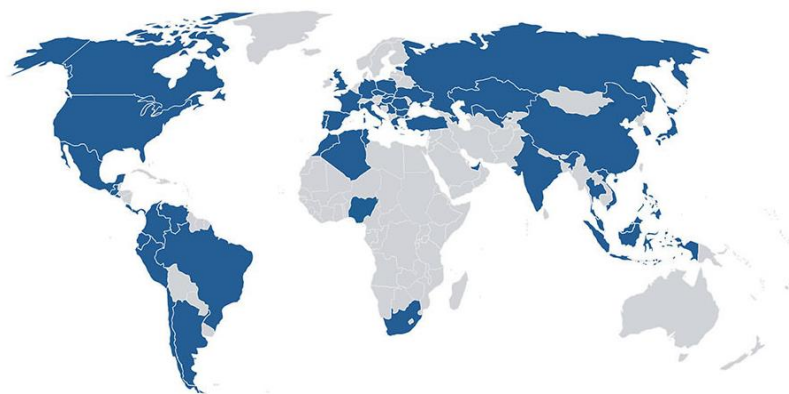


Figura 3 - Abrangência mundial da empresa [1].

### 1.3.1. Campo de atividade

A BTL Portugal é uma empresa cujo ramo de atividade se resume ao desenvolvimento, comercialização, instalação e reparação de equipamento médico com “Tecnologia BTL”. Dentro desta área, apresenta três ramos de atividade - Fisioterapia, Cardiologia e Medicina Estética, que a seguir se descrevem brevemente:

- Fisioterapia - onde a empresa tem o seu maior foco, apresenta equipamentos para terapia de ultrassons, laser, eletroterapia, magnetoterapia, pressoterapia, ondas de choque, unidades de terapia por movimento passivo e terapia por radiofrequência. Neste relatório é efetuada uma descrição mais detalhada sobre os equipamentos com os quais a aluna teve mais contato ao longo do estágio;
- Cardiologia - onde a empresa apresenta também uma diversificada oferta, nomeadamente, diferentes gamas de eletrocardiógrafos, provas de esforço, espirometria, Holters e equipamentos para medição da pressão sanguínea em regime de ambulatório (ABPM - *Ambulatory Blood Pressure Monitoring*). Nesta área existe também um *software*, denominado *Cardiopoint*, que pode ser parte integrante dos equipamentos referidos.
- Medicina Estética - onde se encontram os equipamentos mais complexos, utilizados principalmente para remoção de gordura e pelo.

### 1.3.2. Organigrama da empresa

A nível nacional, a empresa é constituída por três departamentos, hierarquicamente localizados abaixo do Diretor Geral (Figura 4).

- Departamento Comercial – encontra-se dividido por zonas do país e áreas de atividade;
- Departamento Técnico - realiza as manutenções corretivas e preventivas, abrangendo Portugal Continental e ilhas;
- Departamento Financeiro e Administrativo – realiza o primeiro contato com os clientes e faz a gestão das vendas de equipamentos/acessórios.



Figura 4 - Organograma da empresa.

### 1.3.3. Departamento técnico

O estágio foi realizado sob a alçada do Departamento Técnico (Figura 5), mais concretamente na área do Serviço Técnico. Este encontra-se em contacto direto com os clientes, sendo da sua responsabilidade a realização de tarefas que envolvem a instalação e reparação de equipamentos, assim como prestar eventuais esclarecimentos do foro técnico.



Figura 5 - Organograma do departamento técnico.

Sempre que ocorre uma situação mais delicada que envolve uma reparação que apenas pode ser feita em fábrica, cabe a este serviço estabelecer o contato com o *International Service Center* (ISC), para assim reencaminhar estas situações. Hierarquicamente, acima do ISC está o *Service Operations Support* (SOS), responsável pela formação dos técnicos de todos os países envolventes, e que, se necessário, também esclarece questões levantadas pelo Serviço Técnico ou pelo ISC. No topo desta hierarquia estão os *Product Manager* (PM), que constituem o departamento de desenvolvimento de produtos e, também fornecem auxílio na produção e serviços de manutenção dos seus equipamentos.

O departamento técnico exerce um conjunto de funções, entre elas:

- Elaborar e gerir os contratos de manutenção preventiva;
- Controlar a gestão de *stock* de peças necessárias à correta manutenção dos equipamentos;
- Realizar manutenções corretivas quando requeridas pelo cliente. E, quando necessário, avaliar a obsolescência do equipamento/acessório, de forma a que o cliente possa escolher, em seu benefício, a aquisição de um novo equipamento ou a reparação do antigo;
- Realização de manutenções preventivas;

- Elaborar orçamentos relacionados com a manutenção.

A Assistência Técnica segue um procedimento que norteia a sua ação, desde que recebe uma notificação por parte do cliente, relativa a uma avaria, até à sua resolução. Pode-se observar no fluxograma da Figura 6 o normal seguimento deste processo.

#### **1.4. Estrutura do relatório**

O presente relatório encontra-se dividido em seis capítulos:

- Capítulo 1 - é feito um enquadramento do estágio, bem como os seus objetivos e plano de trabalhos a cumprir. É também apresentada a empresa onde decorreu o estágio, nomeadamente o seu campo de atividade e a sua estrutura, mais pormenorizadamente o departamento técnico e modo de atuação do mesmo quando é reportada uma avaria.
- Capítulo 2 - é feita uma revisão da literatura no que diz respeito à manutenção de equipamentos e os diversos tipos existentes. São apresentadas algumas normas de manutenção e segurança elétrica.
- Capítulo 3 - são resumidamente demonstrados os equipamentos das três áreas, e as suas funções. Neste capítulo são também descritas as normas de garantia, sendo um fator importante para a realização dos orçamentos.
- Capítulo 4 – são apresentados os equipamentos que servem de apoio à manutenção, simuladores e equipamentos de teste. É também dada uma visão geral sobre algumas das manutenções realizadas pela aluna.
- Capítulo 5 - são relatadas algumas das principais conclusões e feitas algumas sugestões de melhoria nos processos de manutenção.

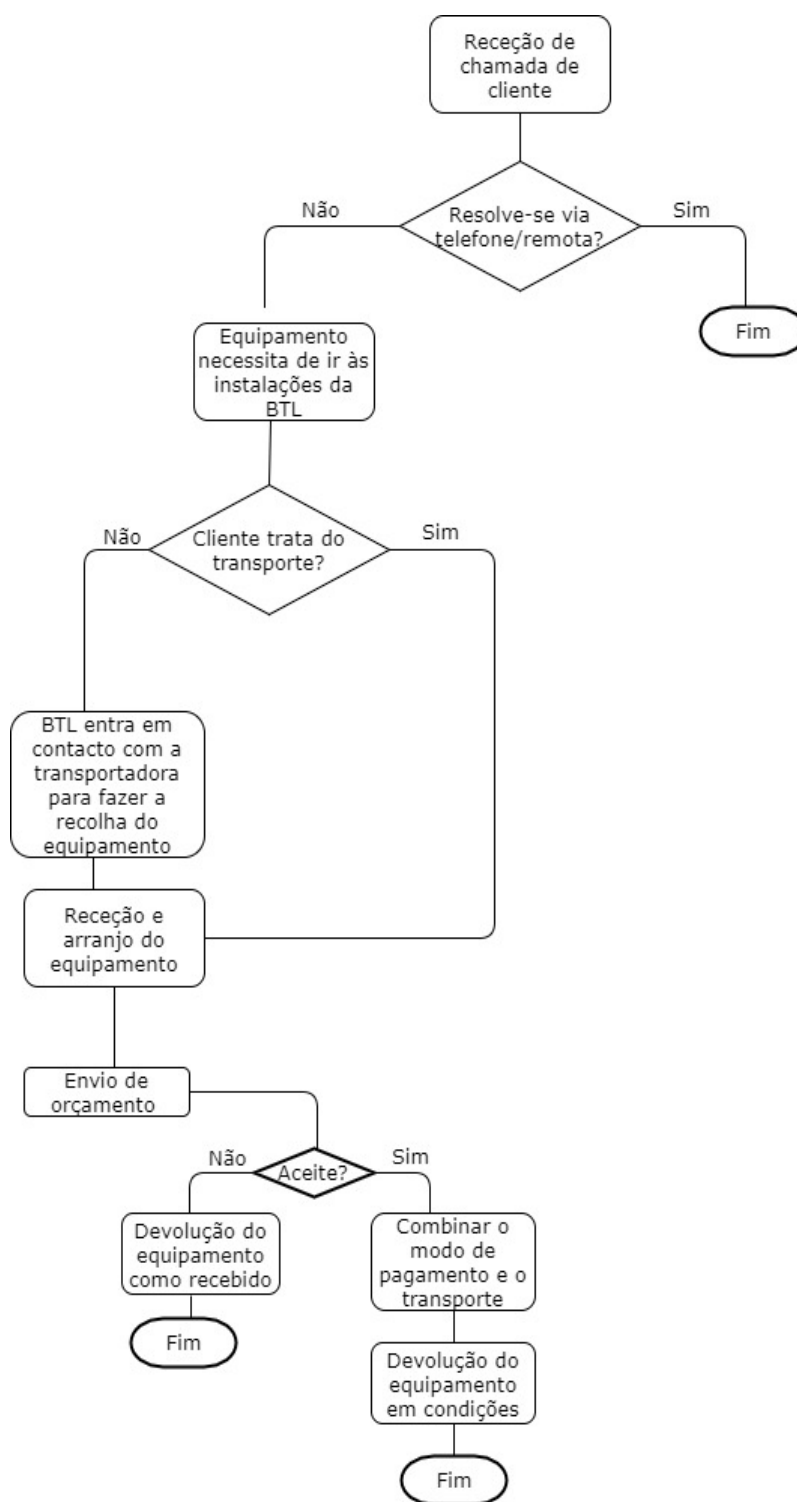


Figura 6 - Fluxograma referente ao processo de resolução de avarias.



## 2. Manutenção: revisão da literatura

Neste capítulo é apresentada uma revisão sobre os conteúdos chave em que se deve basear a manutenção de equipamentos, tendo por base os tipos de manutenção existentes e as principais normas associadas à sua prática correta (Secção 2.1). Reflete também a importância do conhecimento das diferentes classes de equipamentos médicos, principalmente no que diz respeito ao seu isolamento elétrico (Secção 2.2). Por fim, e por intermédio do ponto anterior, é dada ênfase ao teste de segurança elétrico, teste este que se encontra na base de todas as reparações de equipamentos elétricos (Secção 2.2.1).

### 2.1. Conceitos teóricos

Segundo a norma EN 13306-2010, a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, com o objetivo de mantê-lo ou restaurá-lo, podendo executar as funções a que se destina [2].

Este conjunto de ações pode ser planeado ou não planeado, subdividindo assim os vários tipos de manutenção existentes (Figura 7).

A manutenção planeada subdivide-se em preventiva sistemática e preventiva condicionada.

- **Manutenção preventiva sistemática** - é efetuada em espaços de tempo pré-definidos, de acordo com o tipo de equipamento;
- **Manutenção preventiva condicionada** - é efetuada tendo em conta o estado do equipamento, ou seja, o equipamento é monitorizado para que se saiba a melhor altura de realizar a manutenção. Através da aquisição contínua de valores, como a temperatura e a vibração, é possível ter uma noção do desgaste ou processo de degradação do equipamento. Com este tipo de manutenção é possível aumentar a produtividade e tempo de vida útil do equipamento, mantendo assim o rendimento máximo do equipamento. Este tipo de manutenção é também denominado de manutenção preditiva.

A manutenção preventiva compreende ações como inspeção geral, lubrificações, atualizações de *software*, troca de determinadas peças que tenham terminado o seu ciclo de vida (por exemplo, filtros), calibrações e testes funcionais.

Por outro lado, a manutenção não planeada corretiva pode ser do tipo curativo ou paliativo, e é realizada após a avaria de um equipamento ou componente.

- **Manutenção corretiva paliativa** - é resolvida a avaria de uma forma provisória para que o equipamento fique operacional até à sua total resolução;
- **Manutenção corretiva curativa** - é analisada a causa do problema e resolvida a situação de forma definitiva.

No caso das manutenções não planeadas, não é possível ter uma previsão dos gastos que daí irão resultar. A manutenção não planeada apresenta um grau de urgência superior, uma vez que pode comprometer o funcionamento do equipamento e, consequentemente a atividade do seu operador.

As manutenções planeadas têm como objetivos evitar a constante realização de manutenções corretivas e os seus custos associados, no entanto é normal que vão acontecendo, principalmente em equipamentos com tempo de vida avançado [3].

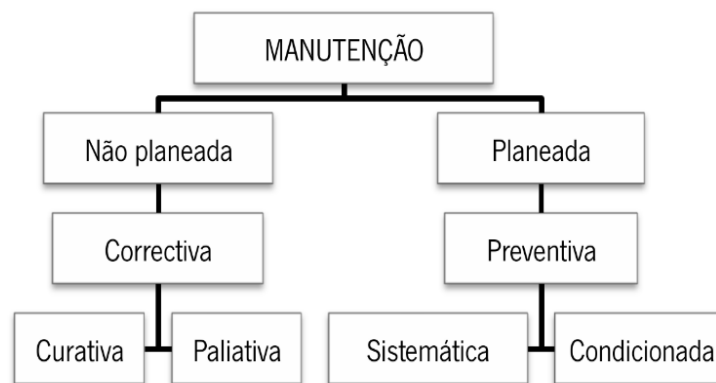


Figura 7 - Tipos de manutenção [4].

## 2.2. Normas de manutenção e segurança elétrica

A IEC (*International Electrotechnical Commission*) é uma organização mundial que prepara e publica normas internacionais relativas a todos os conceitos elétricos e eletrónicos, com o objetivo de proporcionar um excelente enquadramento para melhorar a segurança e otimizar a utilização de energia [5].

Para garantir a segurança elétrica dos equipamentos médicos, bem como a do público em geral e, salvaguardando também a sua correta manutenção, são seguidas algumas normas básicas.

### 2.2.1. Norma IEC 60601

De uma forma geral, é aplicada a norma IEC 60601 que aborda todos os perigos que podem advir da utilização de eletricidade bem como, formas de evitar perigo na sua utilização em equipamentos médicos. Esta norma descreve também quais são os testes necessários após realização de manutenções ou reparações, tais como testes de fuga e de aterramento, os quais são realizados através de um equipamento de teste, por exemplo o *Fluke Biomedical* [6].

Esta norma divide-se em duas, IEC 60601-1 e IEC 60601-2, subdividindo-se cada uma numa série de normas básicas ou colaterais. As normas IEC 60601-1-X são relativas à segurança dos equipamentos médicos e as IEC 60601-2-X são específicas para vários tipos de equipamentos médicos, fornecendo também informações adicionais relativas à garantia. Por exemplo, a norma IEC 60601-2-22, refere-se a requisitos básicos de segurança essenciais à utilização de equipamentos de laser para uso cirúrgico, de diagnóstico, terapêutico ou estético [6][7].

### 2.2.2. Norma IEC 61140

A norma IEC 61140 (*Protection against electric shock*) permite a classificação dos equipamentos relativamente à proteção contra choques elétricos em classe I, classe II e classe III, ou a classificação dos tipos de partes aplicadas de equipamentos médicos segundo o nível de proteção: tipo B, tipo BF e tipo CF [8].

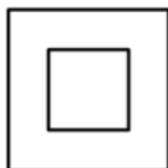
### Classificação dos equipamentos médicos segundo o tipo de isolamento utilizado

- Classe I: a proteção não é garantida pelo isolamento principal do equipamento, sendo necessária uma medida de segurança complementar, ligando as partes condutoras acessíveis a um condutor de proteção ligado à terra. Os equipamentos com esta classe de isolamento devem ser identificados com o símbolo da Figura 8;



**Figura 8 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento I [9].**

- Classe II: os equipamentos necessitam de um duplo isolamento, isolamento reforçado, ou medidas construtivas que garantam uma proteção equivalente. Os equipamentos inseridos nesta classe de isolamento devem ser identificados com o símbolo da Figura 9, que simboliza o duplo isolamento;



**Figura 9 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento II [8].**

- Classe III: neste caso esta segurança é fornecida por meio de alimentação à tensão reduzida de segurança (TRS) ou tensão reduzida de proteção (TRP), em que não são permitidas tensões superiores a determinado limite. Os equipamentos inseridos nesta classe de isolamento devem ser identificados com o símbolo da Figura 10;



**Figura 10 - Identificação de equipamentos com classe de isolamento III [9].**

### **Classificação dos tipos de partes aplicadas ao paciente**

- Tipo B: estes equipamentos possuem o menor grau de proteção ao paciente de entre os restantes a seguir mencionados, mas possuindo sempre proteção contra choques elétricos. O símbolo que deve estar associado a este tipo de equipamentos é apresentado na Figura 11;



**Figura 11 - Identificação de partes aplicadas tipo B [8].**

- Tipo BF: neste caso o grau de proteção é alcançado através do isolamento da parte aplicada ao paciente e da rede elétrica. Assim, é mais limitada a corrente que flui através do paciente caso ele entre em contacto com outro equipamento. Este tipo de equipamentos não deve ter intervenção em utilizações cardíacas, e devem estar identificados com o símbolo da Figura 12;



Figura 12 - Identificação de partes aplicadas tipo BF [8].

- Tipo CF: os equipamentos com esta classificação são os que apresentam um maior nível de proteção, uma vez que possuem na sua classificação todos aqueles que estabelecem um caminho direto ao coração do paciente. Devem ser acompanhados pelo símbolo indicado na Figura 13;



Figura 13 - Identificação de partes aplicadas tipo CF [8].

### 2.2.3. Norma IEC 62353

A área médica é, sem dúvida, das que exige procedimentos de segurança com padrões mais elevados. A IEC, como forma de garantir esses padrões, introduziu um conjunto de normas para segurança e eficiência de equipamentos de eletromedicina, atualmente conhecida como norma IEC 60601. No entanto, quando esta norma foi posta em prática, notou-se um desleixo na necessidade de realizar testes de segurança elétrica de forma contínua. Deste modo criou-se mais um conjunto de normas para este fim: norma IEC 62353.

A norma IEC 62353 exige a realização de testes de segurança elétrica antes do arranque inicial, após a manutenção e, de forma periódica. Devem ser retiradas medições relativas à resistência do condutor de proteção, correntes de fuga do equipamento e das partes aplicadas [10].

### 2.2.4. Teste de segurança elétrica

A corrente elétrica é uma grandeza perigosa e à qual deve ser dada a devida importância, principalmente em ambientes clínicos e hospitalares. O choque elétrico é causado pela passagem de corrente elétrica pelo corpo humano, esta passagem ocorre quando a tensão é elevada o suficiente para vencer a impedância corporal. Como resultado dessa passagem as consequências podem ser de pequenas dimensões como formigueiros ou muito graves como fibrilação cardíaca (Figura 14) [11][12].

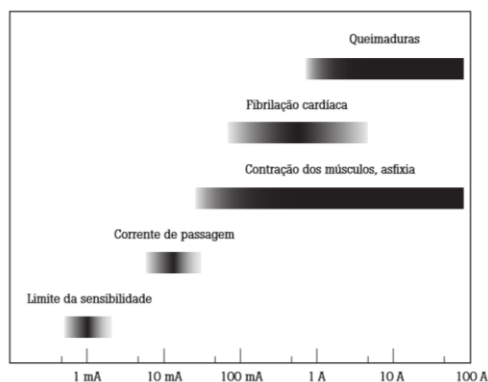
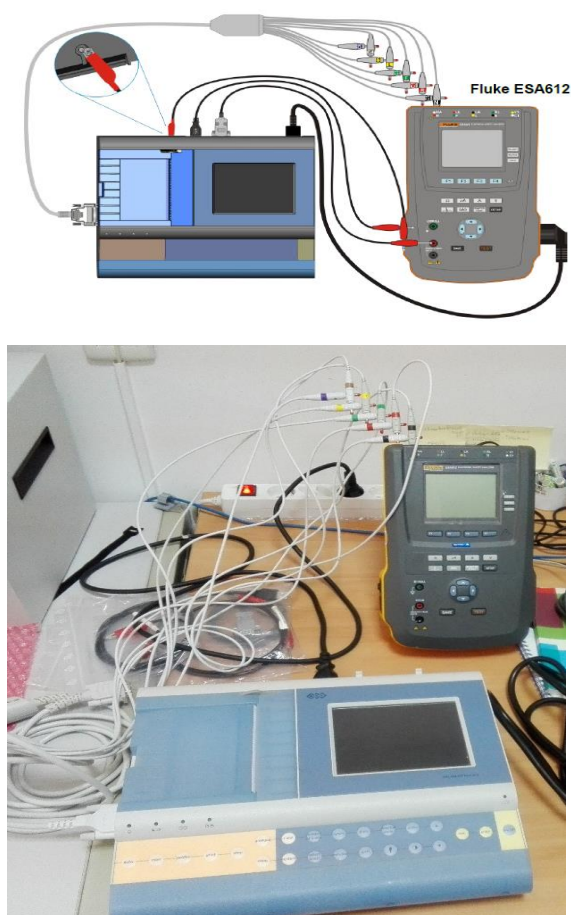


Figura 14 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano [13].

De forma a garantir a segurança da instalação e de todas as pessoas presentes, devem ser realizados de forma regular testes de segurança elétrica, aplicados conforme a classe do equipamento. Por norma, este teste inclui uma inspeção visual dos cabos e conectores, a medição da resistência do fio de terra e, a medição do isolamento do chassis e do contacto do paciente [13].

No decorrer do estágio, após a manutenção dos equipamentos, quando possível, foi realizado o teste de segurança elétrica com o analisador *Fluke Biomedical* ESA612 e respetivo *software* Ansur, tendo sempre por base a norma de segurança elétrica IEC 62353. O procedimento a ser implementado complementa os seguintes passos, dando como exemplo a utilização do equipamento BTL-08 MT apresentado na Figura 15:

- Realização de todas as conexões como explicitado na Figura 15, tendo em conta que o cabo de alimentação tem de ser ligado diretamente ao equipamento de teste;
- Abrir o *software* Ansur, seleccionar o tipo de analisador que está a ser utilizado (*Fluke Biomedical* ESA612) e pressionar *Start*;
- Vai ser aberta uma nova janela onde o utilizador deve indicar o número de relatório, o número de série do equipamento que vai ser testado e a temperatura ambiente;
- Iniciar a sequência de medições de segurança elétrica e aguardar que o equipamento termine todos os testes;
- No fim, vai ser gerada uma lista com todos os resultados do teste, em que deve aparecer a mensagem “*Test Passed*”. Este resultado pode ser exportado para o formato PDF (*Portable Document Format*) como apresentado no Anexo I;
- Este documento deve ser enviado para o cliente no fim de cada manutenção, juntamente com o equipamento.



**Figura 15 - Conexão de um eletrocardiógrafo ao *Fluke Biomedical*.**

## 3. Equipamentos com tecnologia BTL

Neste capítulo é feita uma breve descrição dos equipamentos com os quais a aluna manteve contacto no decorrer do estágio curricular. Encontra-se dividido em três secções nas quais são apresentadas as três áreas de intervenção da empresa – Fisioterapia (Secção 3.1), Cardiologia (Secção 3.2) e Estética (Secção 3.3). Em cada uma das áreas são discriminados os equipamentos comercializados pela BTL Portugal e, resumidamente, as características de cada um deles, descritas em documentos internos da empresa ou no *site* oficial da BTL Portugal. No final do capítulo são também descritas as normas de garantias pelas quais a empresa se rege, havendo pequenas diferenças relativamente às áreas em que se insere o equipamento em questão.

### 3.1. Fisioterapia

A fisioterapia é a área de destaque da empresa, sendo nesta que possui a grande maioria dos seus equipamentos. Os equipamentos BTL destinam-se apenas à valência terapêutica e não de diagnóstico, apresentando na sua totalidade terapias não invasivas. Abaixo são descritos os equipamentos desta área, com os quais a aluna teve mais contacto [14]. Cada um destes equipamentos possui os seus aplicadores específicos que, na sua maioria, também sofrem reparações.

Em fisioterapia são comercializados vários equipamentos para a mesma terapia, que apenas diferem a nível estético e nalgumas características técnicas, podendo ser vantajosas para alguns profissionais. Por exemplo, para um profissional que desempenhe a sua profissão em locais distintos é importante que o equipamento seja de fácil transporte. Neste caso, existem os modelos BTL-4000 Professional/Topline, BTL-5000 e BTL-4000 Smart/Premium, que são detentores das mesmas terapias (eletroestimulação, *laser*, ultrassons e magnetoterapia), sendo que o último já possui uma tecnologia de ultrassons mais avançada e um *software* mais sofisticado. Os restantes equipamentos apresentados são utilizados para outros fins, como drenagem linfática (BTL-6000 Lymphastim), ondas de choque (BTL-6000 SWT), terapia por radiofrequência (BTL-6000 TR), laser de alta intensidade (BTL-6000 HIL) e terapia por movimento contínuo passivo (CPMotion).

Uma vantagem destes equipamentos incide sobre a existência de uma “enciclopédia” de diagnósticos que contém programas pré-definidos com valores específicos para cada um destes. Por exemplo, num diagnóstico de aquilodinia, é possível seleccionar o diagnóstico no equipamento e ele já apresenta um programa estruturado com parâmetros como tempo de aplicação, tipo de onda, pulso e frequência a aplicar ao paciente.

#### 3.1.1. Equipamentos combinados

Os primeiros três equipamentos apresentados permitem a combinação de mais do que uma terapia (entre elas ultrassons, *laser*, eletroestimulação e magnetoterapia), enquanto os restantes se destinam a terapias específicas.

Antes da exposição dos equipamentos comercializados pela BTL, é importante apresentar, de forma resumida, as terapias associadas e a quais as suas aplicações:

- **Terapia de ultrassons** - é essencialmente utilizada no alívio de dor e na redução de espasmos musculares. Os aplicadores de ultrassons apresentam na sua constituição um cristal piezoelétrico de quartzo. Estes cristais, quando submetidos a cargas elétricas,

alteram o seu formato. O mesmo ocorre de forma inversa, ou seja, se for aplicada uma corrente elétrica alternada num determinado material, este vibra e produz ondas de ultrassom. O número de oscilações produzidas pelo cristal é que determina a frequência do equipamento. Estas oscilações são transmitidas ao tecido, utilizando como meio de contacto entre a pele e o aplicador um gel próprio para a terapia. Dependendo da profundidade da lesão, é ajustado o valor da frequência. Nos equipamentos BTL, são normalmente utilizadas frequências de 1 MHz para lesões profundas e 3 MHz para o tratamento de lesões mais superficiais. No entanto, já é comercializado um equipamento (BTL-4000 Smart/Premium), que permite a combinação das duas frequências para simultaneidade de tratamentos [15];

- **Terapia de *laser*** - é utilizada com o objetivo de promover um efeito analgésico e anti-inflamatório, estimulando também o tecido aquando a sua aplicação. Tal como nos ultrassons, a utilização do *laser* deve ter em conta o tamanho e a profundidade da área a ser tratada. Estão presentes no mercado sondas *cluster* para o tratamento de áreas maiores e sondas *laser* para áreas menores. Relativamente à profundidade, são utilizadas sondas *laser* com diodo vermelho ou com diodo infravermelho. Os aplicadores infravermelhos possuem um comprimento de onda mais alargado, de 830 nm, penetrando em maior profundidade. Por sua vez, os aplicadores de diodo vermelho, possuem um comprimento de onda de 630 nm, indicados para zonas mais superficiais como cicatrizes ou hematomas. A empresa também fabrica modelos de laser de alta intensidade, com potências muito superiores ao laser convencional e com comprimentos de onda de 1064 nm, penetrando nos tecidos mais profundos. Sendo assim, é possível tratar problemas em articulações, lesões em músculos e tendões e doenças de pele;
- **Terapia por eletroestimulação** - pode ser aplicada para alívio de dor e também para estimulação muscular. A BTL disponibiliza equipamentos com uma variada gama de formas de onda de baixa e média frequência. Para este fim são utilizados elétrodos de *Cauchu* ou, em caso de eletroterapia por vácuo, os elétrodos de vácuo. Para eletroterapia por vácuo, liga-se um equipamento (BTL - VAC II) que faz o controlo da pressão ao equipamento de eletroterapia;
- **Terapia por magnetoterapia** - é comumente utilizada no alívio de dor e para aceleração da cicatrização, gerando respostas fisiológicas através de ondas magnéticas. A pensar na segurança dos profissionais de saúde, é integrada uma tecnologia – *Focused Magnetic Field* (FMF) - que forma uma barreira de proteção à volta do aplicador, poupando assim o terapeuta à exposição do campo magnético. Existem diversos aplicadores BTL de magnetoterapia, sendo que os discos são mais indicados para tratamentos a nível das extremidades e os solenoides para tratamentos a nível do tronco.

Em primeiro lugar, o equipamento BTL-4000 Professional/Topline (Figura 16), permite juntar duas das terapias anteriormente referidas, sendo-lhe atribuído um nome de acordo com as terapias escolhidas, designando-se BTL-4xxx Professional/Topline. A diferença entre as duas gamas Professional e Topline reside no *display* de cada uma delas. Na gama Topline já é utilizado um *display* a cores, de tamanho superior e tátil, enquanto na gama Professional é utilizado um *display* monocromático de tamanho reduzido. Os equipamentos BTL-4000 possuem duas baterias que permitem a sua portabilidade.





Figura 16 - Equipamento BTL-4000 Professional.

Os modelos BTL-5000 (Figura 17) conseguem aglomerar as quatro terapias sendo, de certa forma, uma vantagem para o cliente que pretender adquirir uma terapia e no futuro juntar outra. Uma vez que se trata de um sistema modular, bastaria juntar a placa da terapia que se pretende adquirir. Estes modelos, por sua vez, não são portáteis, uma vez que não possuem baterias. Também é possível a sua aquisição com um *display* de 8.4'' ou 5.7''.



Figura 17 - Equipamento BTL-5000 com display de 8.4''.

Por fim, neste conjunto existem ainda os equipamentos BTL-4000 Smart/Premium que permitem a combinação de três terapias. Este equipamento é mais avançado que os anteriores e tem algumas funcionalidades que o colocam em vantagem, nomeadamente o aplicador *Hands Free Sono®* e a combinação de duas frequências. As gamas Smart e Premium diferem pelo tamanho de *display* e os equipamentos Premium possuem um botão rotativo (Figura 18). A utilização de bateria nestes equipamentos ainda se encontra em fase de testes.



Figura 18 - Equipamento BTL-4000 Premium.

As restantes terapias não são combinadas. Possuem um equipamento próprio apenas para o efeito que irá ser apresentado à frente neste documento, como é o caso das ondas de choque, pressoterapia, terapia por radiofrequência e terapia por movimento contínuo passivo.

### 3.1.2. BTL-6000 SWT

As ondas de choque são ondas acústicas que transferem energia para pontos dolorosos. A energia cinética do projétil, criada por ar comprimido, é transferida para o transmissor na ponta do aplicador e, posteriormente para o ponto de aplicação no corpo do paciente. A BTL tem à disposição, para esta terapia, os equipamentos BTL-6000 SWT (Figura 19) e BTL-5000 SWT com compressor.

A terapia de ondas de choque é frequentemente utilizada na regeneração de tecidos. A aplicação destas leva a um aumento de alguns indicadores de crescimento. Com isto, os vasos sanguíneos recém-formados melhoram o abastecimento de sangue e oxigênio levando a uma cicatrização mais rápida dos tecidos danificados. As ondas de choque também podem ser utilizadas em casos de inflamação crônica, uma vez que ativam os mastócitos. São aplicadas, por exemplo, em casos de epicondilite, esporão calcâneo, aquilodinia, entre outros [16].



Figura 19 - Equipamento BTL-6000 SWT.

### 3.1.3. BTL-6000 Lymphastim

É muito comum haver um inchaço dos membros devido a problemas ou doenças relacionadas com o sistema linfático. O sistema linfático tem como função remover o fluido intersticial dos tecidos, transportando ácidos adiposos e gorduras através da circulação.

O equipamento que a BTL tem à disposição (BTL-6000 Lymphastim -Figura 20) funciona com base num sistema pneumático constituído por várias válvulas que vão proporcionar uma massagem suave, tal como se fosse realizada manualmente pelo fisioterapeuta, que possibilita a circulação da linfa. Estão no mercado vários tipos de aplicadores, tanto a nível de pernas como braços. A pressoterapia é importante tanto na área de fisioterapia como em medicina estética.

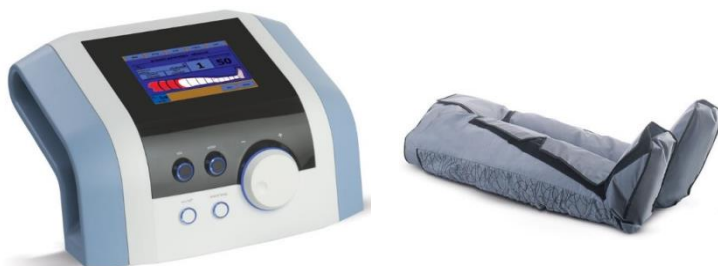


Figura 20 - Equipamento BTL-6000 Lymphastim e respetivo aplicador.

### 3.1.4. BTL-6000 TR

A terapia por radiofrequência foca-se na transferência de energia de alta intensidade (eletromagnética) para os tecidos danificados, permitindo assim a ocorrência de hipertermia na zona a tratar. Este aumento de temperatura vai possibilitar um relaxamento muscular devido à vasodilatação ocorrida durante a terapia. A regeneração tecidular, cicatrização, redução de edemas e alívio de dor são também efeitos terapêuticos provenientes desta terapia. O

equipamento fabricado pela BTL (BTL-6000 TR - Figura 21) que permite que esta terapia funcione com dois aplicadores diferentes: o resistivo e o capacitivo. O aplicador resistivo é direcionado a tecidos com elevada impedância, como tendões ou superfícies ósseas, enquanto o capacitivo se destina à transferência de energia para camadas musculares.



Figura 21 - Equipamento BTL-6000 TR e respectivos aplicadores.

### 3.1.5. CPMotion

Os equipamentos que realizam movimentos contínuos de forma passiva são normalmente utilizados numa primeira fase de reabilitação, principalmente após uma cirurgia. A realização contínua de um exercício permite ao paciente aumentar a sua amplitude de movimento na área a ser tratada, evitando a rigidez na articulação, perda de colagénio ou inchaço. A BTL desenvolveu um equipamento para a realização desta terapia – CPMotion (Figura 22). Permite um tratamento progressivo, podendo o terapeuta colocar os parâmetros que considera indicados para o estado de reabilitação do membro inferior do paciente. Podem ser regulados parâmetros como a velocidade, ângulo de flexão, ângulo de extensão e o tempo da terapia. Pode também ser incorporado um módulo que realiza o mesmo procedimento para o tornozelo.

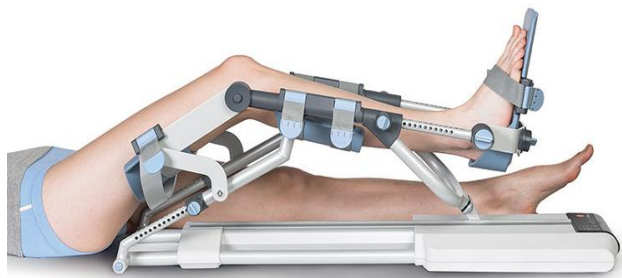


Figura 22 - Equipamento CPMotion.

Na Tabela 1 é sumariada toda a informação acerca dos equipamentos que a BTL apresenta na área de Fisioterapia, desde os equipamentos que permitem a combinação de várias terapias ao destinados a terapias específicas.









	<b>BTL-4000 Topline ou Professional</b>	<b>BTL-5000</b>	<b>BTL-4000 Smart ou Premium</b>	<b>BTL-6000 SWT Topline ou Easy</b>	<b>BTL-6000 Lymphastim Topline ou Easy</b>	<b>BTL-6000 TR Elite ou Pro</b>	<b>BTL-6000 HIL</b>	<b>CPMotion</b>
								
<b>Breve descrição</b>	<p>Permite a junção de duas das quatro terapias possíveis nestes equipamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ultrassons;</li> <li>-Laser;</li> <li>-Eletroterapia;</li> <li>-Magnetoterapia;</li> </ul> <p>São equipamentos que possuem baterias, permitindo a sua portabilidade.</p>	<p>Permite a junção das quatro terapias anteriormente descritas num único equipamento.</p> <p>Não são portáteis.</p>	<p>Este, por sua vez, permite a junção de três das quatro terapias mencionadas. É o equipamento mais avançado deste género.</p> <p>Tem dois fatores que o colocam em vantagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicador <i>Hands Free Sono</i>;</li> <li>• Combinação de frequências;</li> </ul>	<p>Este equipamento é utilizado para a terapia de ondas de choque, que é frequentemente utilizada para a regeneração de tecidos.</p> <p>São ondas acústicas que transferem energia para pontos dolorosos.</p>	<p>Este equipamento funciona com base num sistema pneumático constituído por várias válvulas que vão proporcionar uma massagem suave, tal como se fosse realizada manualmente pelo fisioterapeuta, que possibilita a circulação da linfa, reduzindo o inchaço.</p>	<p>A terapia por radiofrequência foca-se na transferência de energia de alta intensidade (eletromagnética) para os tecidos danificados, permitindo assim a ocorrência de hipertermia na zona a tratar. São disponibilizados dois aplicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Resistivo: para tendões e superfícies ósseas;</li> <li>-Capacitivo: para tecidos musculares.</li> </ul>	<p>A BTL também fabrica modelos de laser de alta intensidade, com potências muito superiores ao laser convencional e com comprimentos de onda de 1064 nm, penetrando nos tecidos mais profundos. Sendo assim, é possível tratar problemas em articulações, lesões em músculos e tendões e doenças de pele.</p>	<p>Os equipamentos que realizam movimentos contínuos de forma passiva são normalmente utilizados numa primeira fase de reabilitação, principalmente após uma cirurgia.</p> <p>O CPMotion permite um tratamento progressivo, permitindo ao terapeuta colocar os parâmetros que considera indicados para o estado de reabilitação do membro inferior do paciente.</p>

Tabela 1 - Tabela-resumo dos equipamentos de fisioterapia.

### 3.2. Cardiologia

Na vertente de cardiologia, a BTL dispõe de oferta que vai desde eletrocardiógrafos, *holters*, registadores de pressão arterial, provas de esforço, e ainda um *software* que permite integrar todos os equipamentos anteriores e registar as suas medições [17].

#### 3.2.1. Eletrocardiógrafos

O eletrocardiograma é um exame fundamental na área de cardiologia que mede a variação de potenciais elétricos que ocorrem aquando da atividade elétrica do coração, permitindo assim ao técnico de cardiopneumologia ou médico relatar qualquer doença do foro cardíaco.

A empresa disponibiliza várias opções no que diz respeito a este exame. Possui três gamas distintas de eletrocardiógrafos – BTL-08 S, M ou L - com 3,6 ou 12 canais. O modelo S é de fácil portabilidade devido às suas reduzidas dimensões e também, tal como os outros dois modelos, possui bateria interna que permite o seu funcionamento sem que esteja ligado à corrente elétrica. No entanto, os modelos M (Figura 23) e L permitem a integração do módulo de espirometria e ainda comunicação LAN e Wi-Fi. São de maiores dimensões e, como tal, permitem a impressão do exame num formato maior. Quanto aos elétrodos, normalmente são utilizados elétrodos de sucção nos pontos intercostais e elétrodos de pinça nas extremidades, mas também são disponibilizados elétrodos adesivos.



Figura 23 - Equipamento BTL-08 série M.

Os eletrocardiógrafos das gamas M e L também permitem a combinação da técnica de espirometria, visualizando-se o gráfico nos equipamentos ou no *Cardiopoint* (módulo SPIRO), se o espirómetro estiver ligado ao computador.

#### 3.2.2. Prova de esforço

A prova de esforço diz respeito a um exame que verifica se o nosso organismo consegue obter um fluxo de sangue e oxigénio suficientes para trabalhar no seu limite máximo, ou seja, durante uma prova de esforço físico. A prova de esforço, para além do eletrocardiógrafo e os seus componentes, também necessita da utilização de um ergómetro ou tapete, bem como o módulo ERGO do *Cardiopoint*. A BTL comercializa provas de esforço, que incluem todo o conjunto citado anteriormente.

#### 3.2.3. BTL-08 ABPM

Os medidores de pressão arterial BTL (Figura 24) permitem monitorizar o paciente durante 24, 27, 48 ou 51 horas. Funcionam através de um processo de deflação gradual, permitindo obter resultados de medição mais precisos. Tal como os outros equipamentos de cardiologia BTL, também é permitido utilizar o módulo ABPM do *Cardiopoint* para uma fácil interpretação dos dados adquiridos.



Figura 25 - Equipamento BTL-08 Holter.

### 3.2.4. BTL-08 Holter

O Holter permite gravar de forma contínua a atividade cardíaca do paciente. Com o equipamento da BTL (Figura 25) é possível obter o sinal de 3, 7 ou 12 canais, por um período de 1 a 7 dias, e a transmissão de dados pode ser feita através de cartão SD, USB ou *Bluetooth*. A análise mais detalhada e ao pormenor pode ser visualizada no software *Cardiopoint*, no módulo correspondente ao Holter.



Figura 24 - Equipamento BTL-08 ABPM.

### 3.2.5. Cardiopoint

O *software Cardiopoint* tem cinco módulos distintos, consoante o equipamento a utilizar – módulo ECG (a utilizar com os eletrocardiógrafos), módulo ERGO (a utilizar com as provas de esforço), módulo SPIRO (a utilizar com o espirómetro), módulo ABPM (a utilizar com os medidores de pressão arterial) e, por fim, módulo HOLTER.

No módulo ECG, ou seja, para realização de ECG de repouso, são recebidos e analisados os exames realizados através dos eletrocardiógrafos. Estes registos podem ser partilhados por computadores que se encontrem na rede BTL. As ferramentas de análise do sinal neste módulo incluem mapas ST, módulo QT e ainda comparação de eletrocardiogramas.

Muitos problemas cardíacos podem ser detetados através da análise do segmento ST, daí a importância e utilidade dos mapas ST (Figura 26). Os mapas ST podem ser horizontais ou verticais, consoante as derivações que se vão analisar. Caso seja um mapa ST horizontal, as derivações a incluir vão de V1 a V6. No caso de ser vertical, as derivações são I, II, III, aVF, aVR e aVL.

Cada mapa destes é constituído por duas cores, dois semicírculos e três áreas radiais. A cor azul representa depressão do segmento e a vermelha elevação. As áreas radiais representam o desvio efetuado pelo segmento – 0.1, 0.2 ou 0.3 mV. Quanto aos semicírculos, cada um é constituído por 6 frações, no semicírculo inferior são marcadas as derivações correspondentes a cada secção e o superior representa uma imagem espelhada das mesmas derivações.



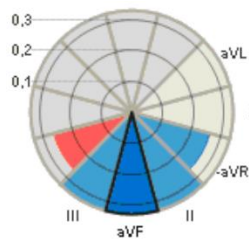


Figura 26 - Exemplo de mapa ST vertical

O módulo QT é utilizado para verificar se o paciente sofre da síndrome de QT longo, muito associado à morte súbita. Para tal, o *Cardiopoint* utiliza o método tangente para a medição deste segmento.

Como já foi dito anteriormente, para as provas de esforço é utilizado o módulo ERGO. Este apresenta algumas particularidades, tais como, emissão de um alarme quando são detetadas arritmias, medição automática da pressão arterial bem como a saturação de oxigénio no sangue e ainda, como no módulo anterior, também são gerados os mapas ST e utilizado o módulo QT. Atribui também uma pontuação de risco, através da análise do exame, que define a taxa de mortalidade do paciente e o risco de sofrer de doença arterial coronária. É utilizado um protocolo automático de provas de esforço que testa uma carga específica de acordo com os dados pessoais do paciente, que devem ser inseridos no início do exame.

No módulo SPIRO, são registados os fluxos respiratórios e a curva de espirometria reproduzida durante o exame ao paciente, para posterior análise e possível comparação com exames anteriores. Este módulo possui animações adequadas para a realização deste exame em crianças. No módulo ABPM, o *software* analisa automaticamente os dados recebidos e realiza uma interpretação dos mesmos.

Por fim, o módulo HOLTER possui algumas características bastante úteis como mapas de relevo e os gráficos de *Poincaré*. Os mapas de relevo, ao sobrepor os sinais adquiridos, permitem identificar mais facilmente alterações na fibrilação auricular e no segmento ST. E os gráficos de *Poincaré* conseguem sumariar todo o registo realizado pelo *holter* num só gráfico, permitindo uma rápida análise da frequência cardíaca e ainda a deteção de fibrilações auriculares, entre outras funcionalidades.

Para cada cliente é necessário gerar uma licença que discrimina qual (ou quais) os módulos que devem estar disponíveis para utilização.

A instalação do *software* necessita da presença de um comercial ou técnico, e o cliente pode escolher entre instalação apenas num computador ou instalação em rede. Na instalação num único computador, toda a informação e base de dados está aí presente. Quanto à instalação em rede, tem de existir sempre um computador que age como servidor - *Main Pc* - e os restantes computadores são denominados *Next Pc* [18].

Na Tabela 2 é apresentado um resumo de todos os equipamentos na área de cardiologia, nomeadamente os eletrocardiógrafos, os gravadores de eventos (ABPM e Holter) e o espirómetro.

	<b>BTL-08 SD</b>	<b>BTL-08 M</b>	<b>BTL-08 L</b>	<b>BTL-08 ABPM</b>	<b>BTL-08 Holter</b>	<b>BTL-08 Spiro</b>
						
<b>Breve descrição</b>	A empresa disponibiliza várias opções no que diz respeito a eletrocardiógrafos – modelos S, M ou L - com 3,6 ou 12 canais. O modelo S é de fácil portabilidade devido às suas reduzidas dimensões e também, tal como os outros dois modelos, possui bateria interna que permite o seu funcionamento sem que esteja ligado à corrente elétrica. No entanto, os modelos M e L permitem a integração do módulo de espirometria e ainda comunicação LAN e Wi-fi. Estes últimos são de maiores dimensões e, como tal, permitem a impressão do exame num formato maior.			Os medidores de pressão arterial BTL permitem monitorizar o paciente durante 24, 27, 48 ou 51 horas. Funcionam através de um processo de deflação gradual, permitindo obter resultados de medição mais precisos.	O <i>Holter</i> permite gravar de forma contínua a atividade cardíaca do paciente. Com o equipamento da BTL é possível obter o sinal de 3, 7 ou 12 canais, por um período de 1 a 7 dias, e a transmissão de dados pode ser feita através de cartão SD, USB ou <i>Bluetooth</i> .	A espirometria é um exame que permite avaliar os volumes e fluxos de ar que entram e saem do nosso sistema respiratório.  Os eletrocardiógrafos das gamas M e L permitem a combinação desta terapia. O espirómetro pode ser ligado a um desses eletrocardiógrafos ou ao computador, visualizando-se o gráfico no <i>software Cardiopoint</i> .

Tabela 2 - Tabela-resumo dos equipamentos de cardiologia.



### 3.3. Medicina estética

A vertente de medicina estética foi a menos acompanhada pela aluna, uma vez que a maioria dos equipamentos de estética quando se encontram com avarias necessitam de ser enviados para a fábrica, salvo algumas exceções, principalmente no que toca a troca das lâmpadas dos aplicadores IPL.

Os equipamentos fabricados neste ramo, dividem-se em duas aplicações principais, a remoção de pelo e o derretimento de gorduras.

Para a remoção de pelo é apresentado o equipamento Exilite, que funciona com base em pulsos de luz intensa. E para o derretimento de gordura existem duas opções: o Exilis que possui dois aplicadores (Small e Large) e o Vanquish, que funciona com base em princípios eletromagnéticos.

#### 3.3.1. BTL Exilite

O equipamento Exilite (Figura 27) gera pulsos de luz intensa e luz LED modulada. É usualmente utilizado para aplicações de remoção de pelo, remoção de manchas na pele e problemas de pigmentação, tratamento de acne e ainda foto rejuvenescimento.

No aplicador IPL são colocados os filtros com comprimentos de onda indicados para cada tratamento. Por exemplo, para redução de acne deve ser utilizado o filtro de 4808 nm. As lâmpadas do aplicador têm um tempo de vida útil pelo que a troca destas faz parte dos planos de manutenção preventiva da BTL. Existe também um outro aplicador, de luz LED modulada, que é utilizado para acalmar a pele após o tratamento com o aplicador IPL.



Figura 27 - Equipamento BTL Exilite.

#### 3.3.2. BTL Exilis

O equipamento BTL Exilis (Figura 28) atua segundo o princípio de funcionamento de transferência de energia por radiofrequência para derreter a gordura acumulada. O equipamento é constituído por todos os componentes necessários para gerar e amplificar esta energia, que posteriormente é transferida para o paciente através de dois possíveis aplicadores (Small e Large), dependendo se o tratamento é a nível da cara ou do corpo. É necessário também a utilização de um eletrodo neutro, para servir de referência, que é colocado diretamente no paciente [19].



Figura 28 - Equipamento BTL Exilis.

### 3.3.3. BTL Vanquish

O equipamento BTL Vanquish (Figura 29) tem como princípio de funcionamento a criação de um campo eletromagnético de alta intensidade que permite a redução de gordura acumulada. Possui uma estrutura articulada que permite manter estável e seguro o aplicador.



Figura 29 - Equipamento BTL Vanquish.

Por fim, na Tabela 3 são resumidos os equipamentos que a BTL dispõe na área de medicina estética.

	BTL Exilite	BTL Exilis	BTL Vanquish
			
<b>Breve descrição</b>	É utilizado para remoção de pelo e tratamentos de pele, através da aplicação de pulsos de luz intensa.	Tem como objetivo a eliminação de gordura através da transferência de energia por radiofrequência.	Utiliza um campo magnético de alta intensidade para redução de gordura acumulada.

Tabela 3 - Tabela-resumo dos equipamentos de medicina estética.

### **3.4. Normas de garantia**

As normas de garantia variam de acordo com a área comercial BTL em que se insira o equipamento. No entanto, algumas normas são idênticas aos três campos de atividade. Quando um equipamento é adquirido, este tem um prazo de 2 anos de garantia, os aplicadores/periféricos têm um prazo de 1 ano e as baterias, cabos ou filtros, no caso da medicina estética, apresentam um prazo de 6 meses de garantia.

Sempre que um equipamento se encontre abrangido pela garantia, a empresa disponibiliza um equipamento de substituição, que durante o prazo de empréstimo se encontra à inteira responsabilidade do cliente. E, neste caso, por se encontrar em garantia, não é cobrado o valor da reparação ao cliente.

Na área de medicina estética existem algumas particularidades no que diz respeito a consumíveis (lâmpadas do aplicador IPL e Kits de ondas acústicas). As lâmpadas do aplicador IPL têm garantia de 100 mil disparos, os kits de ondas acústicas e de ondas de choque têm garantia de 1 milhão de disparos e os transmissores de ondas acústicas e de choque 500 mil disparos.

Após a reparação também existe um prazo de garantia, dependendo da reparação que foi efetuada. Em caso de substituição de baterias, cabos ou placas é aplicado um prazo de 6 meses após a sua substituição. Se as reparações envolverem periféricos ou componentes de placas, o prazo de garantia fica reduzido a apenas 3 meses.



## 4. Manutenção de equipamentos

Este capítulo aborda as tarefas mais relevantes e nas quais a aluna esteve envolvida no decorrer do estágio, começando por apresentar os equipamentos de apoio à manutenção e calibração (Secção 4.1), e também os principais procedimentos realizados nos diferentes campos de atividade da empresa (Secção 4.2).

### 4.1. Equipamentos de apoio à manutenção e calibração

Para aferir o correto funcionamento das terapias (associadas a cada um dos equipamentos BTL), aquando da manutenção e calibração dos equipamentos, são adotadas estratégias que visam simular a condição humana, nomeadamente o batimento cardíaco e a impedância da pele. Nesta secção são descritos alguns desses procedimentos e os respetivos equipamentos de apoio.

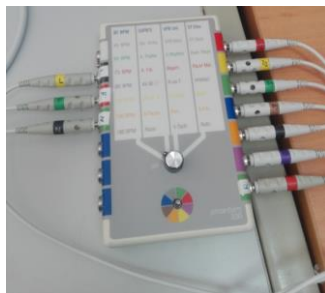
No caso dos equipamentos cujo princípio de funcionamento base assenta na utilização de ultrassons (apresentados na Secção 3.1.1), deve ser seguido um procedimento de calibração para garantir o efeito da terapia no paciente. Por vezes, acontece o contacto sonda/paciente apresentar uma percentagem baixa, não realizando o efeito desejado, ou seja, não há contacto suficiente para que as ondas de ultrassons atinjam os tecidos. Para tal é necessária a calibração da sonda, por parte do técnico ou do operador, uma vez que se trata de um procedimento relativamente simples. Não é necessário realizar este procedimento sempre que se termina a terapia, no entanto deve ser realizado com alguma frequência, preferencialmente de semana a semana. No próprio equipamento, nas definições do aplicador, é possível seleccionar “Calibração da sonda de ultrassom”. Ao iniciar a calibração o equipamento pede ao utilizador para colocar a sonda num recipiente com água na primeira metade da calibração, como sugere a Figura 30, sendo que o corpo humano (meio de propagação das ondas de ultrassom) é cerca de 75% de água. Numa segunda fase, o equipamento pede ao utilizador para retirar a sonda da água e secar bem. A segunda metade da calibração será com a sonda no ar. Isto para o equipamento reconhecer quando a sonda não se encontra em contacto com a pele. Existem duas formas de verificar o contacto: através do equipamento, que mostra a percentagem de contacto entre o aplicador e o paciente, e através dos *Light Emmiting Diode* (LED) do aplicador que, caso não esteja a fazer contacto, piscam.



Figura 30 - Calibração de sonda de ultrassons.

Para os equipamentos de cardiologia (apresentados na Secção 3.2), é possível simular o batimento cardíaco de um paciente através do aparelho *Phantom 320* utilizado pela BTL (Figura 31). Liga-se o cabo de paciente ao simulador e visualiza-se o sinal no equipamento, de acordo com os parâmetros escolhidos no simulador, nomeadamente a frequência cardíaca. Também é possível simular problemas cardíacos, por exemplo arritmias ou fibrilações.

Para verificar o correto funcionamento dos aplicadores do equipamento Exilis (apresentado na Secção 3.3.2), é utilizado um simulador da impedância da pele em que são colocados os aplicadores como indica a Figura 32 e, colocando previamente gel para que o contacto seja eficiente.



**Figura 31 - Simulador de sinais vitais.**



**Figura 32 - Simulador para os aplicadores EXILIS.**

Em magnetoterapia, é ligado o cabo do aplicador a um aparelho (Figura 33) que, se detetar alguma anomalia no cabo, emite um sinal sonoro.



**Figura 33 - Aparelho para teste de cabos de magnetoterapia.**

A calibração do espirómetro é realizada recorrendo a uma seringa própria (Figura 34). Esta seringa liga diretamente ao espirómetro e, através do *software* de calibração do equipamento, deve-se acompanhar a velocidade de expulsão de ar.



Figura 34 - Seringa de calibração de espirómetros.

Para a calibração do aplicador IPL, apenas é necessário um filtro de calibração (Figura 35), que deve ser introduzido quando solicitado pelo equipamento.

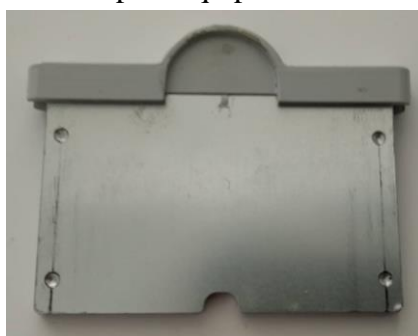


Figura 35 - Filtro de calibração do aplicador IPL.

## 4.2. Procedimentos realizados no âmbito do estágio

No decorrer do estágio, numa fase inicial, a aluna acompanhou as reparações que iam sendo feitas pela equipa técnica, de forma passiva. À medida que o estágio foi decorrendo, foi dada a possibilidade à aluna de começar a fazer as primeiras reparações com supervisão, sendo que, na fase final do estágio, a aluna executava já ações de manutenção completas, sendo estas verificadas no final pelo supervisor.

Das manutenções que foram sendo realizadas, foi possível ir recolhendo informação permitindo assim realizar uma estatística dos equipamentos que, por área de atividade, foram sujeitos a reparações. Nesta estatística apenas são contabilizadas manutenções corretivas, uma vez que manutenções preventivas foram escassas durante o período do estágio.

Outra das tarefas em que a aluna esteve envolvida diz respeito aos testes e verificações realizados aos equipamentos novos, quando estes chegavam da fábrica (Secção 4.2.1). Na Secção 4.2.2 são apresentadas as manutenções corretivas mais relevantes nas quais a aluna participou.

### 4.2.1. Testes de aceitação a equipamentos novos

Quando chegam equipamentos novos, vindos de fábrica, é obrigatória a sua revisão para que sejam entregues em condições ao cliente. São realizados conjuntos de testes e configurações que se seguem na lista abaixo:

1. Mudar linguagem para português, por omissão os equipamentos vêm todos em inglês;

2. Alteração da data e hora;
3. Testes aos botões;
4. Teste ao ventilador;
5. Verificação da calibração do *touch screen* (quando existe);
6. Verificação do funcionamento das terapias (testes aos aplicadores);
7. Verificação do material em caixa.

Estes testes são seguidos do preenchimento de um documento onde deve constar toda a informação do equipamento, desde a sua identificação, o modelo e o seu número de série. Este documento deve ser preenchido com a indicação e confirmação de todos os testes realizados e a respetiva data, assim como a assinatura do técnico que levou a cabo este procedimento de verificação do equipamento.

#### 4.2.2. Manutenções corretivas

Como já foi referido anteriormente, a esmagadora maioria das manutenções que a aluna participou foram de cariz correctivo, sendo estas, portanto, aquelas que merecem maior destaque. Nesta secção serão descritos os principais procedimentos realizados, divididos pelas três áreas: Fisioterapia (Secção 4.2.2.1), Cardiologia (Secção 4.2.2.2) e Medicina Estética (Secção 4.2.2.3).

##### 4.2.2.1. Fisioterapia

Como é possível observar na Figura 36, a grande maioria das manutenções realizadas em equipamentos de fisioterapia regista-se nos modelos BTL-4000 (43,08%) e BTL-5000 (30,77%). Estes valores também se verificam por serem os equipamentos mais comercializados nesta área. Nos restantes equipamentos verificam-se avarias com pouca frequência. Equipamentos como o CPMotion, que é recente no mercado, não apresentaram registo de avarias durante o estágio. Em seguida são apresentadas algumas manutenções corretivas acompanhadas pela aluna.

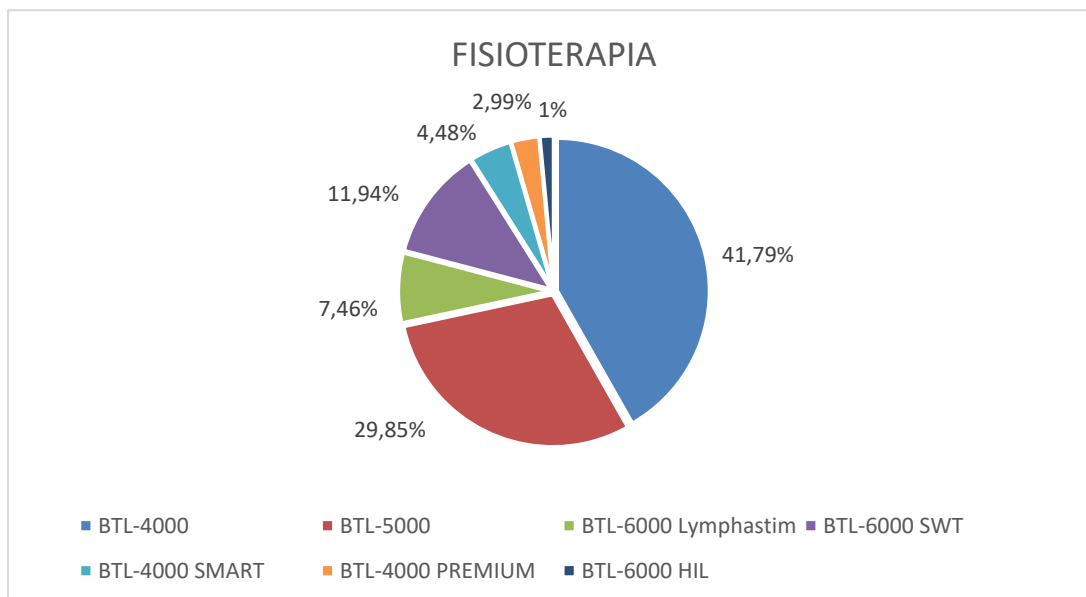


Figura 36 - Estatísticas de manutenções na área de fisioterapia.

De forma geral, todos os acessórios associados a cada equipamento - como sondas de ultrassons, solenoides de magnetoterapia, sondas de laser, aplicadores de ondas de choque -também



sofreram reparações. Neste subcapítulo, este tipo de manutenções vão ser abordadas em primeiro lugar, partindo depois para as reparações dos equipamentos em si.

### Sonda de ultrassons

Como já foi referido na secção 3.1.1, o princípio de funcionamento dos aplicadores de ultrassons, baseia-se na incidência de uma corrente num cristal piezoelétrico provocando a sua oscilação, e o número de oscilações produzidas por esse cristal é que determina a frequência produzida pelo equipamento. À medida que as ondas vão sendo absorvidas pelo tecido ocorre uma transformação de energia mecânica em calor. Por norma, os equipamentos que se destinam a tratamentos de fisioterapia apresentam duas frequências, 1 MHz ou 3 MHz [15] [20].

As sondas de ultrassons BTL são constituídas, principalmente, pela placa geradora, pelo transdutor e, pelo conjunto de cabo e conector com a denominada “*touch memory*”, que contém toda a informação da calibração do transdutor (Figura 37). A maior parte das anomalias detetadas verifica-se entre a falha de reconhecimento da sonda por parte do equipamento ou a ocorrência de uma falha durante a calibração da mesma.



Figura 37 - Sonda de ultrassons.

Numa fase inicial, os manuais foram um grande apoio na descoberta da causa destas falhas, uma vez que apresentam hipóteses válidas de forma a chegar ao ponto de origem do problema. Num primeiro caso, em que se verifique a falha de reconhecimento da sonda por parte do equipamento, é necessário testar a sonda noutro equipamento ou *vice-versa*, de forma a ter a certeza de que o problema incide no aplicador de ultrassons e não no equipamento. Deste modo, focando a reparação apenas na sonda, dentro dos casos abordados no estágio, por norma ou o conector da sonda se encontra rodado, não coincidindo os pinos da sonda com os do equipamento, ou a “*touch memory*” se encontra partida/danificada. A primeira situação é de fácil resolução, sendo que apenas é necessário rodar a ficha de acordo com a Figura 38, deste modo as ligações da ficha correspondem às ligações interiores do equipamento e este reconhece a sonda.

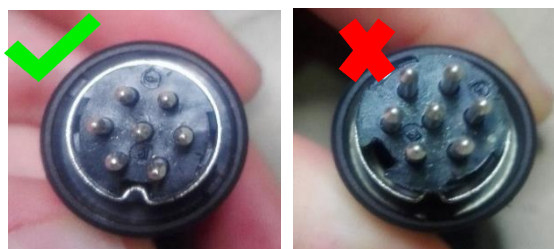


Figura 38 - Reparação de conector.

Na segunda situação já é necessária a substituição da “*touch memory*” que, por sua vez obriga à substituição do transdutor. O componente tem de ser soldado nos pinos corretos e com a devida orientação Figura 39.

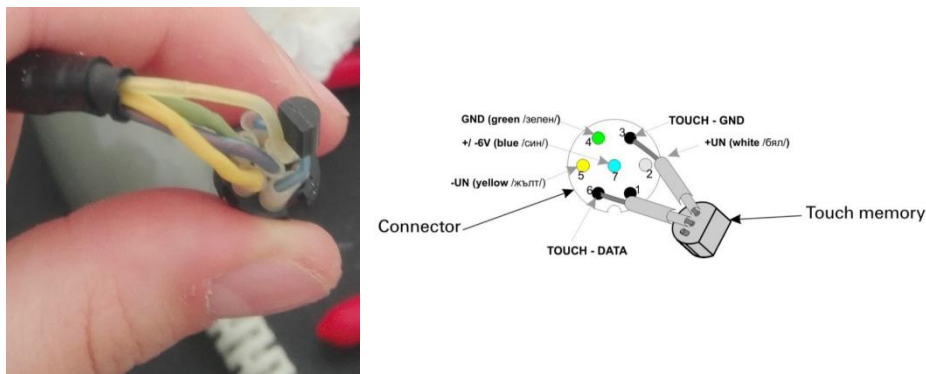


Figura 39 - "Touch memory" e conexões da sonda.

No segundo caso, ao iniciar a terapia de ultrassons, pode aparecer uma mensagem de “acessório não calibrado”. Dada esta ocorrência deve ser seguida uma sequência de ações, seguindo para a seguinte se a anterior não resolveu a avaria:

1. Iniciar a calibração da sonda de acordo com o manual de utilizador;
2. Se a calibração não foi bem sucedida, verificar se a mensagem persiste com a utilização de outra sonda;
3. Se a calibração foi bem sucedida com outra sonda, considerar a reparação da sonda anterior;
4. Abrir a sonda de ultrassons e verificar se todos os fios se encontram em boas condições, por norma, o problema reside num fio que não está soldado à placa ou apresenta mau contacto.

No fim de cada reparação de uma sonda de ultrassons é importante realizar a sua calibração e dois testes com valores específicos apresentados abaixo.

Primeiro teste:

- Frequência: 1 MHz;
- Duty factor: 50%;
- Tempo de terapia: 3 minutos;
- Intensidade máxima.

Segundo teste:

- Frequência: 3 MHz;
- Duty factor: 50%;
- Tempo de terapia: 3 minutos;
- Intensidade máxima.

### Sonda *laser*

Os lasers apresentam uma classificação de acordo com o seu risco para o ser humano. A classificação divide-se em classe I, classe II, classe IIIa, classe IIIb e classe IV. Em primeiro lugar, os lasers com classificação classe I não podem, em condições normais, emitir um nível

perigoso de radiação. Os lasers classe II, são visíveis e apresentam baixa potência de 1 mW, apenas pode ferir o olho se estiverem em contacto durante um longo período de tempo. A classe IIIa engloba os lasers com potências compreendidas entre 1 a 5 mW, podendo causar algumas lesões oculares. A classe IIIb já apresenta uma potência considerável entre 5 a 500 mW, podendo causar lesões quando utilizado sem proteção ocular. Por fim, os lasers classificados com classe IV têm potências acima de 500 mW e requerem proteção ocular e da pele [21].

Os lasers utilizados nos equipamentos BTL-4000 e BTL-5000 podem apresentar potências de 50, 100, 200, 300 ou 400 mW, enquadrando-se assim na classe IIIb dos equipamentos laser. Por outro lado, o laser de alta intensidade pode variar entre 5 a 12 W, apresentando já sérios riscos para o sistema ocular e para a pele, estando assim classificado como laser classe IV.

O tipo de manutenções associadas às sondas laser passa essencialmente por fios que partiram, principalmente no término do corpo da sonda, sendo esta a zona com maior tensão e suscetível a este tipo de avarias. Como tal, a grande maioria das reparações está associada à substituição do cabo apresentado na Figura 40, havendo a necessidade de abrir a sonda e soldar os fios pela ordem visível na Figura 41. Durante o estágio ocorreu uma situação em que a luz laser aparecia com um corte, sendo necessária a substituição da lente, no entanto essa reparação apenas é feita em fábrica, obrigando ao seu envio para as instalações na Bulgária.



Figura 40 - Reparação de uma sonda laser.



Figura 41 - Conexões da sonda laser.

### **Aplicador de magnetoterapia**

Os equipamentos BTL portadores de magnetoterapia geram campos eletromagnéticos pulsados de baixa frequência. A aplicação destes campos permite a alteração dos potenciais elétricos das células normalizando o fluxo de iões e nutrientes, utilizada principalmente em desordens músculo-esqueléticas [22].

Relativamente a estes aplicadores, as reparações incidiram na falta de reconhecimento do aplicador solenoide por parte do equipamento, normalmente por quebra interna do cabo (Figura 42). De forma a ter a certeza de que a falha se encontra no cabo, deve ser utilizado o equipamento de teste da Figura 33 para verificar a continuidade do mesmo.



Figura 42 - Substituição do cabo de um solenoide.

### Aplicador de ondas de choque

Os aplicadores de ondas de choque apresentam duas reparações mais comuns. Em primeiro lugar, sendo que o kit de ondas de choque apresenta garantia de 1 milhão de disparos, a troca do kit de ondas de choque. E em segundo lugar, por falta de pressão na pistola, é trocada a válvula do aplicador.

Assim, começando pela troca do kit de ondas de choque, com a ajuda de uma chave específica é retirada a parte que se encontra a segurar o transmissor (Figura 43-A)). Com isto, o transmissor sai facilmente, juntamente com os o-rings (Figura 43-B)). Com outra chave é retirada uma peça que permite a firmeza do kit de ultrassons (Figura 43-C)), ao ser retirada esta peça, só nos resta a troca do kit (Figura 43-D)). O kit de ondas de choque é uma peça única e de fácil substituição. Por vezes basta a lubrificação do mesmo para a resolução de alguns problemas.

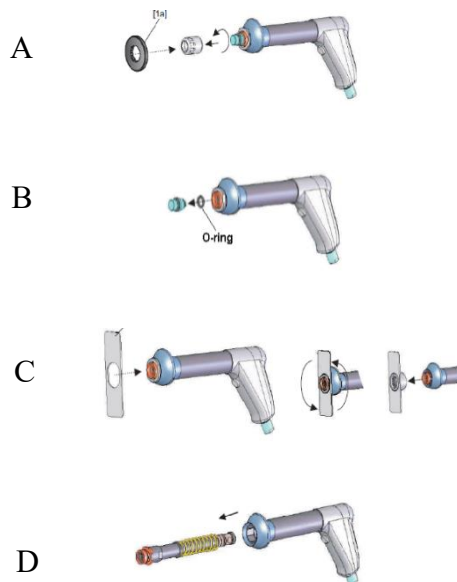


Figura 43 - Troca de kit de ondas de choque.

A segunda reparação mais comum ocorre devido a uma falha de pressão no aplicador de ondas de choque (Figura 44). Ao tentar iniciar a terapia, o aplicador não tem pressão suficiente para fazer mover o transmissor, isto acontece por falha da válvula magnética (Figura 45). As válvulas magnéticas permitem controlar o fluxo de gases ou líquidos, gerando uma variação de corrente através de um solenoide. Quando a corrente passa pelo solenoide, é gerado um campo

magnético que vai atrair um êmbolo móvel existente, libertando assim o seu conteúdo (gases ou líquidos).



Figura 44 - Sistema elétrico do aplicador de ondas de choque.

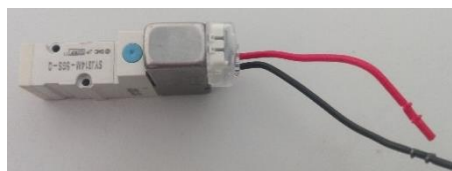


Figura 45 - Válvula magnética.

### BTL-4000 Topline

Nos equipamentos BTL-4000 (Figura 46) as manutenções mais comuns são a troca de baterias, que pode levar ao não funcionamento total do equipamento se estiverem em mau estado, por vezes também a troca de alguns cabos que servem de comunicação entre as placas geradoras e os acessórios e a substituição do botão rotativo. Noutro nível já se apresentam manutenções como substituição de uma placa geradora, que pode ser das manutenções mais dispendiosas, ou da própria placa de alimentação.

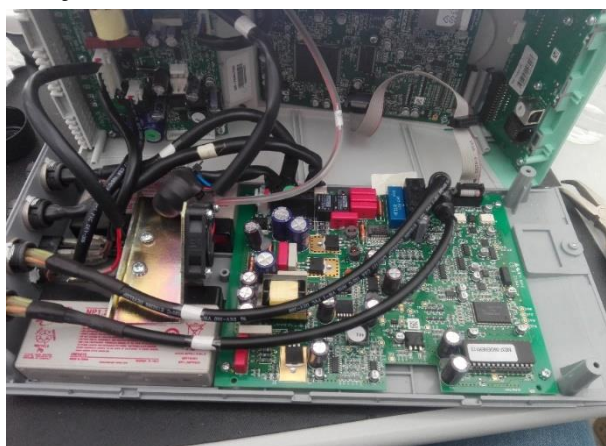


Figura 46 - Interior do equipamento BTL-4000 Topline com gerador de ultrassons.

No caso do gerador de ultrassons por vezes surge o erro de calibração com a seguinte mensagem “E-2032-059-YYY acessório não calibrado”. Em primeiro lugar, é importante verificar o cabo do acessório como descrito acima, caso este se encontre em boas condições, deve-se verificar se o tipo de relé que se encontra na placa é o recomendado (Figura 47), uma vez que foi introduzido um lote de relés que apresentava defeito. Caso seja necessária a substituição de um



dos relés, é obrigatória a substituição do relé do lado, por política da empresa, seguindo o seguinte procedimento:

1. Retirar a placa geradora, desaparafusando os 4 parafusos em cada canto e desconectar todos os cabos;
2. Dessoldar cuidadosamente ambos os relés;
3. Colocar os novos relés no sítio correto e soldar novamente;
4. Colocar a placa no sítio e refazer as ligações;
5. Fechar o equipamento e ligá-lo;
6. Realizar a calibração da sonda de ultrassons;
7. Iniciar uma terapia e verificar o seu correto funcionamento.

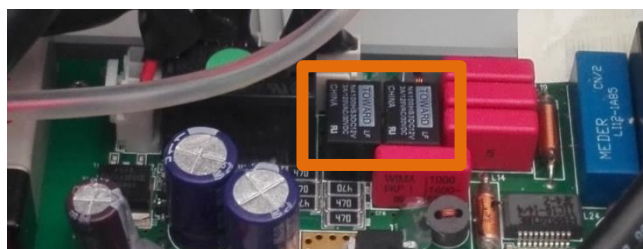


Figura 47 - Substituição de relés da placa geradora de ultrassons.

Por fim, se o problema persistir a única solução é a troca total do gerador de ultrassons.

### **BTL-5000**

Os modelos BTL-5000 são constituídos principalmente, pela *Master Unit* (que contém toda a interface de contacto com o utilizador), pelo conjunto de geradores e pela alimentação do equipamento (Figura 48). Em grande parte dos casos acompanhados pela aluna, verifica-se uma falha na alimentação do equipamento, não existindo possibilidade de ligar o equipamento. Neste caso, em primeiro lugar é importante verificar se os fusíveis estão em condições, medindo a sua resistência. Caso isso se verifique, o próximo passo é confirmar que a resistência dos enrolamentos do transformador se encontra entre 10 a 20 Ohm. Por fim, caso todas as medições anteriormente realizadas se encontrem nos valores corretos, o problema encontra-se na placa de alimentação, sendo necessário a sua substituição.

Ocorreram também manutenções mais simples como a substituição de alguns botões, sendo apenas necessário a remoção do botão e respetiva substituição, ou a lubrificação dos mesmos.



Figura 48 - Interior do equipamento BTL-5000.

### BTL-6000 Lymphastim

Este equipamento é constituído por um conjunto de válvulas que fazem o enchimento e esvaziamento de forma alternada, das várias câmaras dos aplicadores, de forma a possibilitar o tratamento (Figura 49). Por vezes acontece, ocorrer uma falha nessas válvulas e não ocorrer o enchimento ou o esvaziamento de forma correta.

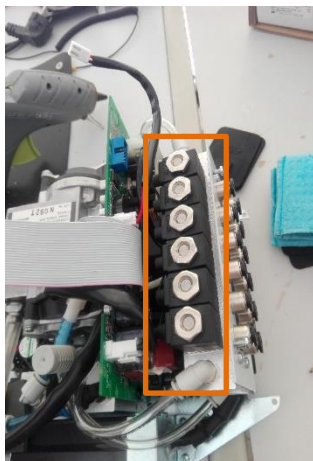


Figura 49 - Conjunto de válvulas do equipamento

No menu de serviço do equipamento, é possível realizar alguns testes ao equipamento, testes de botões, de som e testes às válvulas de pressão, permitindo verificar as pressões de entrada e saída de ar (teste nº 7).

Dando o exemplo de um dos modelos deste equipamento (BTL-6000 Lymphastim Easy), o teste nº 7 permite colocar à saída de cada válvula uma pressão de, por exemplo 40 mmHg que, ao ser atingida (tapando a saída), passa para a válvula seguinte (Figura 50). Ou seja, o teste inicia com 40 mmHg à saída da válvula 1, ao tapar essa saída, se esse valor de pressão for atingido, passa o teste para a válvula 2, realizando o mesmo procedimento. No fim, todas as válvulas devem conseguir passar neste teste.



Figura 50 - Teste de pressão das válvulas.

Uma das possíveis avarias passa pelo não enchimento das câmaras de ar dos aplicadores. Isto pode ocorrer por falta de algum o-ring nos conectores dos aplicadores, originando uma fuga de ar, ou por alguma falha nas próprias válvulas, podendo realizar-se o teste acima mencionado para a verificação do seu funcionamento. Num dos casos acompanhados durante o estágio, realizou-se o teste e a válvula não conseguia atingir a pressão indicada, não conseguindo terminar o teste. Desta forma foi necessária a substituição do conjunto de válvulas. Após a substituição deve ser realizada uma terapia, de forma a confirmar se a avaria se situa no conjunto de válvulas.

#### 4.2.2.2. Cardiologia

Em cardiologia, já se observa um número mais reduzido de reparações em comparação com a área de fisioterapia, havendo maior incidência nos eletrocardiógrafos do tipo SD com valor percentual de 46,15. Recorrendo também ao facto de serem o modelo mais comum comercializado pela BTL, apresenta também muitas reparações que se destinam apenas à substituição das baterias. Em segundo seguem-se as reparações aos equipamentos BTL-08 Holter com um valor de 23,08% das reparações, e com igual valor (15,38%) reparações aos equipamentos BTL-08 MT e BTL-08 ABPM (Figura 51). Nesta área não são observadas reparações a acessórios, estes assumem-se como consumíveis e quando ocorre o seu desgaste é necessária a sua substituição, isto ocorre principalmente com cabos de ECG, elétrodos e braçadeiras dos equipamentos ABPM.

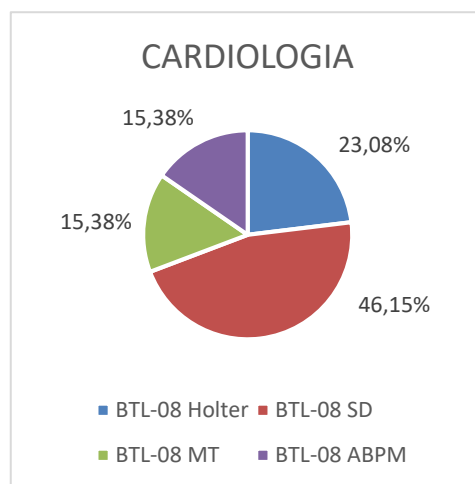


Figura 51 - Estatísticas de manutenções na área de cardiologia.

Abaixo são abordadas as manutenções mais comuns e interessantes realizadas pela aluna nesta área.

##### BTL-08 SD

Dentro dos eletrocardiógrafos fabricados pela BTL, o BTL-08 SD é o que apresenta um maior número de reparações, uma vez que é o modelo mais antigo. As manutenções mais simples também incidem sobre a troca de baterias, por vezes o equipamento apresenta um cheiro a queimado quando é iniciado, sendo necessária a sua substituição.

Por vezes surgem casos em que o sinal ECG do paciente apresenta ruído. Quando isto acontece, deve ser testado o equipamento com o cabo ligado ao simulador apresentado no capítulo 4.1 como indica a Figura 52. Se ao realizar esta simulação o sinal continuar com interferência, a avaria incide sobre o cabo, e, portanto, é necessária a aquisição de um cabo ECG novo. Caso contrário, é possível que o ruído surja do desgaste dos elétrodos ou da sua má colocação.



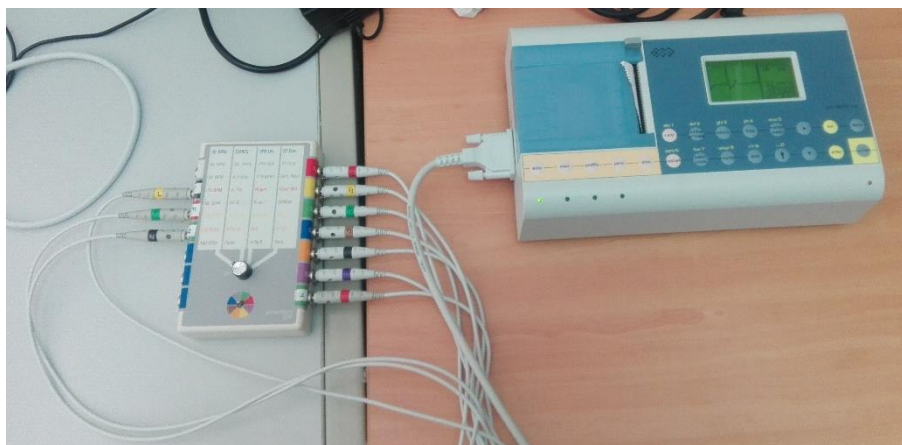


Figura 52 - Simulação de um sinal ECG num equipamento BTL-08 SD.

Noutro caso acompanhado, o cliente afirma que o equipamento não liga. Ao ligar o equipamento à corrente, apenas se verifica que o *Power LED* acende, no entanto não é possível iniciar o funcionamento do eletrocardiógrafo. Nestes casos, o primeiro passo deve ser a verificação do botão *On/Off* e o funcionamento do teclado, ligando um teclado novo na respetiva ficha. Caso se verifique que a avaria é no teclado, este deve ser descolado da superfície, e a superfície deve ser limpa para que não reste cola e o próximo teclado adira bem.

### BTL-08 MT

O eletrocardiógrafo BTL-08 MT não apresenta muitas reparações, apenas atualizações de *firmware* ou a eliminação de ficheiros corromptos que, por vezes podem fazer com que o equipamento bloqueie.

Na atualização do *firmware*, o equipamento deve ser ligado ao computador através de um cabo conversor USB/ RS 232, e desligado da corrente elétrica (Figura 53).

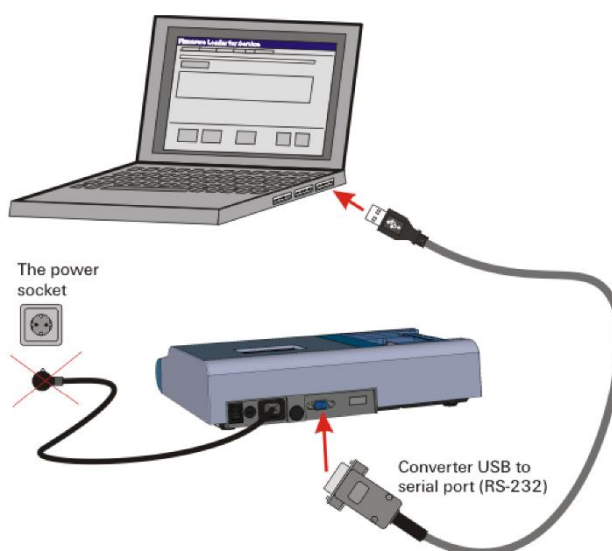


Figura 53 - Atualização de firmware de um BTL-08 MT.

Realizada esta ligação, o equipamento deve ser ligado em modo de segurança e selecionada a opção de atualização de *firmware*. Em seguida, no programa específico para a realização destas atualizações em equipamentos BTL (*Firmware Loader for service* - Figura 54), deve ser

verificada a conexão entre o equipamento e o computador premindo o botão *Check connection*, e só depois escolher o ficheiro e iniciar a atualização.

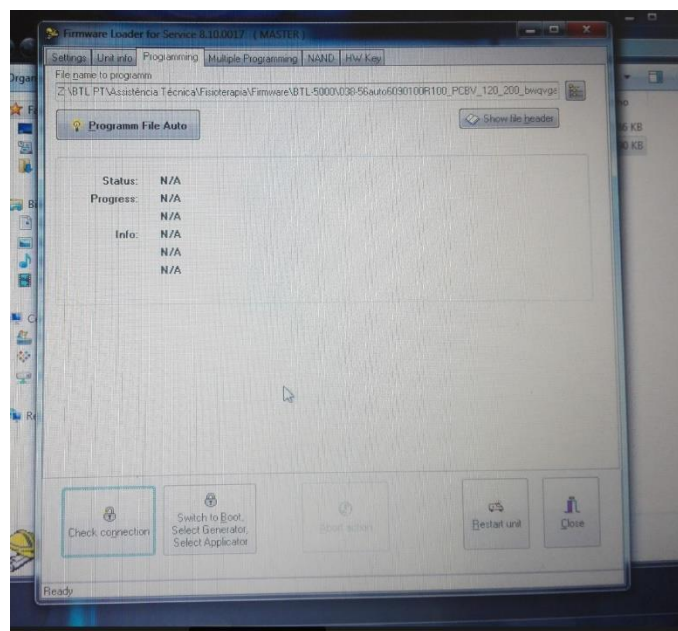


Figura 54 - *Firmware Loader for service.*

### BTL-08 Holter

Como foi referido anteriormente, estes equipamentos permitem o registo do sinal cardíaco do paciente no seu dia-a-dia, sendo necessário que o cliente o leve para casa e realize a sua atividade de forma habitual. Os equipamentos BTL-08 Holter (Figura 55) são constituídos apenas por duas placas, a placa *Key and Analog* que vai receber o sinal analógico diretamente dos cabos de paciente e convertê-lo em digital para a placa *Master*, que regista e grava este sinal num cartão de memória.

Duas das avarias mais recorrentes incidem sobre o *display* danificado ou o facto de o equipamento não ligar quando são introduzidas pilhas novas. No primeiro caso, a troca do *display* obriga à substituição da placa onde este se insere (*Key and Analog*), sendo uma manutenção dispendiosa para o cliente. No segundo caso, por vezes acontece as molas que fazem contacto com as pilhas não estarem soldadas à placa, como tal é necessária a separação da placa e da parte exterior e soldar novamente os componentes. Por fim, voltar a inserir as placas no interior do chassis do equipamento e testar o seu funcionamento.



Figura 55 - Interior do equipamento BTL-08 Holter.

#### 4.2.2.3. Medicina estética

Em medicina estética, não foi muita a interação da aluna com os equipamentos, uma vez que não ocorreram muitas avarias no decorrer do estágio. As reparações do equipamento BTL Exilite aparecem com 67% do valor total das reparações realizadas nesta área, passando principalmente pela substituição da lâmpada do aplicador IPL que, como foi referido anteriormente apresenta um valor limite de disparos para segurança do paciente. O equipamento BTL Exilis tem uma frequência de reparações de cerca de 33% do total das reparações nesta área (Figura 56). Abaixo são explicados os procedimentos realizados.

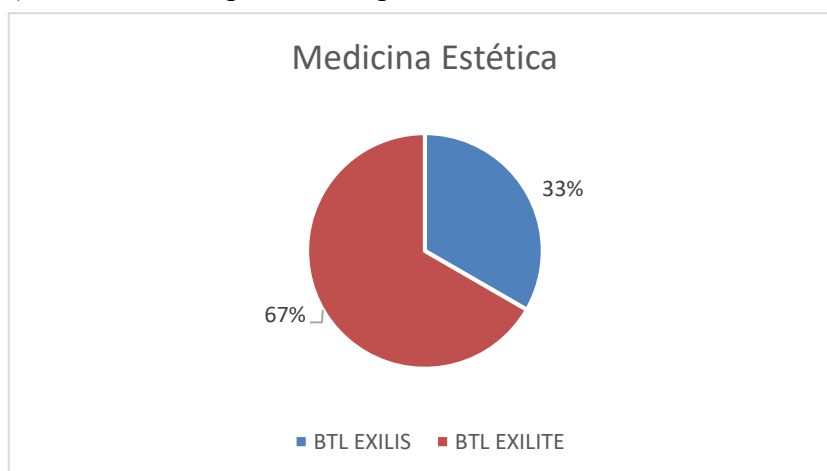


Figura 56 - Estatísticas de manutenções na área de estética.

#### BTL Exilite

As manutenções do aplicador de IPL são das poucas acompanhadas pela aluna na área de medicina estética, uma vez que estes equipamentos não costumam sofrer avarias. Neste caso, quando a lâmpada do aplicador atinge 100 mil disparos o equipamento bloqueia para segurança da pessoa que está a realizar o tratamento. A troca da lâmpada do aplicador é uma manutenção muito minuciosa e que requer muito cuidado, uma vez que se trata de uma lâmpada frágil e de fácil quebra. Em seguida são indicados os passos para a sua substituição.

Antes de iniciar a troca da lâmpada é necessário esvaziar o tubo do aplicador, que pode conter água no seu interior. Após a remoção dos parafusos, retira-se o plástico superior e lateral, sendo também necessário desfazer todas as ligações interiores, nomeadamente as extremidades da lâmpada e a ligação do botão (Figura 57). Em seguida, já é possível a remoção da lâmpada, devendo ser retirada pela extremidade preta.

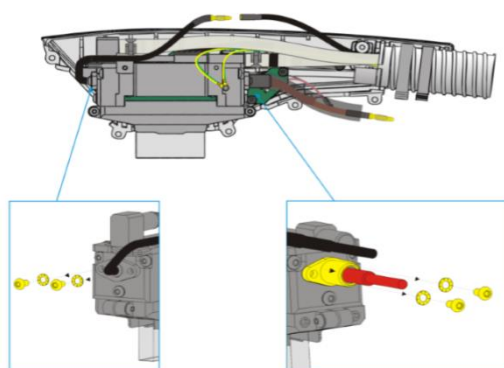


Figura 57 - Interior do aplicador IPL e desconexão de ligações.

Para além da nova lâmpada, são também substituídos os o-rings que permitem a fixação da mesma, bem como o tubo onde se insere a extremidade vermelha da lâmpada. A lâmpada nova deve ser inserida com cuidado e de forma a que esta não fique com impressões digitais, apenas tocando nas extremidades (Figura 58).

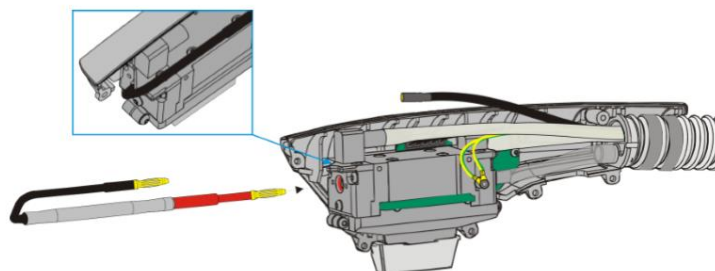


Figura 58 - Substituição da lâmpada do aplicador IPL.

Por fim, devem ser restabelecidas as conexões, fechar o aplicador e realizar um teste final para verificar o correto funcionamento do equipamento. Os passos para a realização do teste final são:

1. Colocação do filtro de calibração no aplicador IPL;
2. Ligar o equipamento à corrente e ligar o interruptor;
3. Menu → Configurações específicas → Configurações específicas do Exilite;
4. Após aceder à opção de calibração pressionar os botões “Expert” e “Iniciar” e aguardar alguns segundos;
5. Pressionar um dos botões de disparo, o disparo de calibração deve ocorrer 2 segundos após o botão ser premido;
6. Testar com um filtro realizar alguns disparos, para garantir que se encontra em funcionamento total.

### **BTL Exilis**

No equipamento BTL Exilis apenas foi realizada uma atualização de *firmware* (Figura 59 - Atualização de *firmware* de um BTL- Exilis.), seguindo os passos semelhantes à atualização no equipamento BTL-08 MT.



Figura 59 - Atualização de *firmware* de um BTL- Exilis.

### 4.2.3. Manutenções preventivas

Relativamente a este tipo de manutenção, a BTL apresenta contratos com algumas instituições, nas quais realiza duas manutenções preventivas por ano, em janeiro e junho, aos equipamentos englobados nesse mesmo contrato. As instituições que mantenham contrato de manutenção com a BTL Portugal, apresentam algumas vantagens relativamente a possíveis avarias que surjam no decorrer do ano, como descontos sobre as peças avariadas.

Por vezes surgem também pedidos por parte de clientes para a realização de uma manutenção preventiva pontual, no entanto não é muito comum. Foi acompanhado um pedido de verificação de dois equipamentos BTL-5000 em Setúbal. Quando surge um pedido destes é necessário combinar com o cliente a melhor data para a verificação dos equipamentos, uma vez que pode levar algum tempo. Na verificação do equipamento devem ser seguidos todos os procedimentos desde a limpeza técnica a calibrações e verificação de terapias.

Em primeiro lugar, deve ser feita uma verificação da limpeza do equipamento, ou seja, verificar se o equipamento internamente tem muito pó, principalmente na ventoinha, podendo comprometer o seu funcionamento e levar ao sobreaquecimento.

Numa segunda fase, como se trata de um BTL-5000 e este não possui baterias, não é necessário o teste das mesmas, caso fosse um BTL-4000 o ideal seria realizar os procedimentos em modo de bateria para verificar o seu funcionamento. Quando o equipamento é iniciado devem-se verificar coisas básicas como a linguagem, hora e data. O técnico pode reger-se pelos tópicos dos testes de aceitação realizados a equipamentos novos e fazer uma verificação aos botões, que por vezes não se apresentam nas melhores condições, como foi o caso de um destes equipamentos BTL-5000. Tentou-se lubrificar e fazer uma limpeza dos contactos, no entanto foi necessário orçamentar um botão rotativo novo. Em seguida verificar a ventoinha e a calibração do *display*. Caso o *display* não se encontre calibrado é necessário ir ao Menu e iniciar a sua calibração, os passos a ser seguidos vão aparecendo no ecrã (Figura 60).

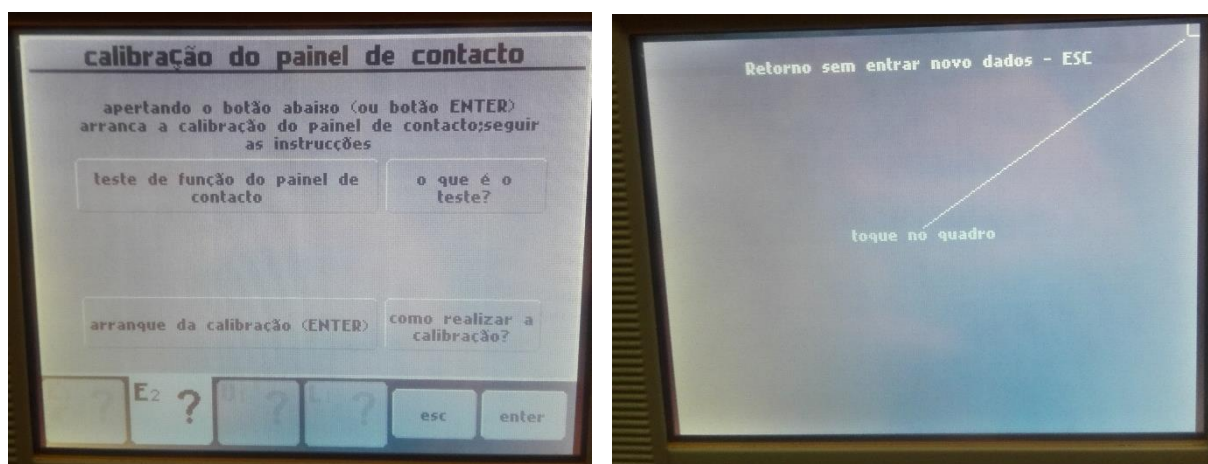


Figura 60 - Calibração do *display*.

Na parte final da manutenção devem ser verificadas as terapias efetuadas pelo equipamento, neste caso específico, o equipamento ao qual a aluna realizou a manutenção apresenta três terapias: ultrassons, laser e eletroterapia. Na terapia de ultrassons deve ser, em primeiro lugar, calibrada a sonda, e em seguida realizadas pelo menos duas terapias, uma para cada frequência, e ir verificando o contacto com o paciente (no caso da simulação, o contacto da sonda com a água). Na terapia de laser, devem ser realizadas cerca de duas a três terapias com parâmetros distintos, verificar se a sonda não aquece em demasia e ver se a projeção do laser se apresenta



completa. Por fim, em eletroterapia deve-se verificar se o contacto entre os eléctrodos atinge valores próximos de 100% (Figura 61).

Ao terminar, o técnico deve fazer o levantamento das peças que são necessárias trocar e enviar um orçamento para o cliente.

É de salientar que, no decorrer do estágio não surgiram muitas manutenções preventivas, pelo que o número de manutenções preventivas realizadas é muito inferior ao número de manutenções corretivas.

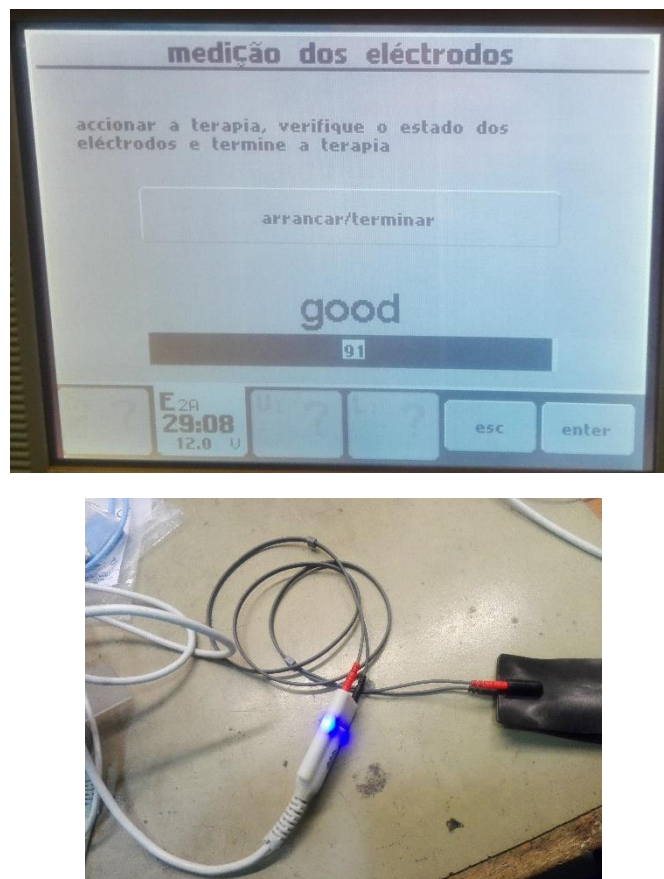


Figura 61 - Verificação do contacto entre os eléctrodos.

### 4.3. Conclusões do capítulo

Concluindo, relativamente à quantidade de manutenções realizadas por área, é notável que a área de fisioterapia apresentou maior destaque, em seguida cardiologia e por fim medicina estética. Esta diferença deve-se à quantidade de equipamentos que se encontram em mercado, ou seja, a BTL comercializa uma quantidade bastante superior de equipamentos de fisioterapia. Por outro lado, o tipo de manutenções foi mais direccionado para a vertente corretiva, uma vez que não são muitos os contratos de manutenção preventiva, e estas apenas são realizadas duas vezes por ano. Com a realização de várias manutenções corretivas, a aluna adquiriu espírito crítico e sugestão de possíveis falhas no equipamento que foram permitindo a melhoria em manutenções seguintes.

## 5. Conclusões e propostas de melhoria

Neste capítulo são retiradas conclusões acerca do estágio e do funcionamento da empresa, principalmente no que diz respeito ao departamento de assistência técnica. É também sugerida uma proposta de melhoria para aos processos técnicos de manutenção dos equipamentos.

### 5.1. Conclusões

O estágio curricular realizado na BTL foi muito impactante, pela positiva, a vários níveis: académico, profissional e pessoal

A nível académico, foi muito positivo pois permitiu à aluna adquirir, desenvolver e amadurecer conhecimentos numa área de atividade afim à sua formação académica – manutenção de equipamentos médicos. Numa fase inicial, a aluna acompanhou, como observadora, os procedimentos de manutenção que iam sendo realizados pela equipa, aproveitando para se inteirar sobre o modo de funcionamento de cada um dos tipos de equipamentos e de como deveria proceder para a reparação de cada um deles. Numa fase posterior, foi dada, de forma gradual, autonomia à aluna, começando esta a fazer as suas primeiras reparações com supervisão. À medida que o estágio foi avançando, a aluna foi ficando cada vez mais autónoma nos processos, tendo-lhe sido dada mais autonomia durante o processo de reparação, sendo apenas verificada a funcionalidade dos equipamentos no final da reparação. Este percurso permitiu à aluna perceber onde estava a errar e onde poderia melhorar o processo, tendo sido decisivo para o desenvolvimento e amadurecimento de conhecimentos como também para a capacidade de responder de forma eficiente e eficaz aos desafios que lhe iam sendo colocados.

A nível profissional, foi uma experiência muito enriquecedora a vários níveis, de onde se destacam o ter partilhado da rotina de trabalho vivida numa empresa e ter tido a possibilidade de interagir com clientes, conciliado com o facto de este estágio ter preparado a aluna para o mercado de trabalho.

A nível pessoal, foi também gratificante a criação de laços com os colegas, bem como o sentimento de entreajuda e confiança que foi depositada ao longo de todo o estágio. O facto de ser demonstrada confiança no trabalho realizado proporciona autoconfiança e motivação para fazer sempre melhor.

### 5.2. Propostas de melhoria

Como proposta de melhoria e com a necessidade de um espaço de assistência técnica de maiores dimensões, a aluna sugere a criação de uma bancada onde esteja inserido apenas o analisador de segurança elétrica, *Fluke Biomedical* ESA612, e onde seja realizado frequentemente esse teste. No fim de cada reparação deve ser emitido o resultado desse teste e enviado para o cliente juntamente com o equipamento reparado.





## 6. Bibliografia

- [1] “BTL Portugal,” [Online]. Available: <https://www.btlportugal.pt/>. [Acedido em Março a Dezembro 2017]
- [2] “Maintenance - Maintenance terminology” [Online]. Available: <http://irma-award.ir/wp-content/uploads/2017/08/BS-EN-13306-2010.pdf> [Acedido em Agosto a Dezembro 2017]
- [3] Pereira, P. (2009). *Planos de Manutenção Preventiva Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [4] Sousa, J. (2011). *Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial*. Universidade do Minho.
- [5] “Bem-vindo à IEC,” [Online]. Available: [http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about\\_iec/IEC\\_BrochureA4\\_Welcome%20to%20the%20IEC\\_Pt\\_LR.pdf](http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about_iec/IEC_BrochureA4_Welcome%20to%20the%20IEC_Pt_LR.pdf). [Acedido em Novembro 2017].
- [6] Bruno, A. C., Molreli, É. C., Oliveira, J. P. L. de, Marques, D. S. P., & Porto, G. S. (2010). Manual de Utilização da Norma IEC 6060, 1–37.
- [7] Morais, V. C. de. (2004). *Metodologia de priorização de equipamentos médico-hospitalares em programas de manutenção preventiva*. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas.
- [8] Soares, E. P. (2008). *Segurança de Equipamentos Médicos de Oftalmologia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- [9] Graucelsius, “Casos de estudo - Blocos autónomos classe II de isolamento,” [Online]. Available: <http://www.graucelsius.com/content/1/103/blocos-autonomos-classe-isolamento>. [Acedido em Dezembro 2017].
- [10] Dranetz maintain, “IEC 62353: Standards for the Safety and Efficacy of Medical Electrical Equipment” [Online]. Available: [www.gossenmetrawattusa.com/products/electrical/equipment/safteytesters/PDF/IEC62353CaseStudy.pdf](http://www.gossenmetrawattusa.com/products/electrical/equipment/safteytesters/PDF/IEC62353CaseStudy.pdf). [Acedido em Dezembro 2017].
- [11] Júnior, C., & Silva, N. (2004). *Minimização de Riscos de Choque Elétrico e Danos a Equipamentos por Meio de Aterramento Adequado*. Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.
- [12] Calil, S. J., & Et Al. (2002). Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção. In *Ministério da Saúde* (p. 709). Available: [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos\\_gerenciamento1.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf). [Acedido em novembro de 2017].
- [13] Fluke Biomedical, “Introdução aos testes de segurança elétrica: Parte I,” [Online]. Available: [http://support.fluke.com/Biomedical/Download/Asset/9460538\\_ENG\\_A\\_W.PDF](http://support.fluke.com/Biomedical/Download/Asset/9460538_ENG_A_W.PDF). [Acedido em Agosto 2017].

- [14] BTL Portugal, “Soluções essenciais para Fisioterapia,” [Online]. Available: [https://files.btl.net.com/cor/product\\_documents/e6b3115d-dc9a-4754-ba14-b2a06244cb05/BTL\\_Physiotherapy\\_CAT\\_PTPT301\\_1440062651\\_original.pdf](https://files.btl.net.com/cor/product_documents/e6b3115d-dc9a-4754-ba14-b2a06244cb05/BTL_Physiotherapy_CAT_PTPT301_1440062651_original.pdf). [Acedido em Junho 2017].
- [15] Fernandes, C. S. O. (2008). *O efeito da aplicação do ultra-som na dor em pacientes com Síndrome do Túnel Cárpico*. Universidade Fernando Pessoa.
- [16] BTL Portugal, “Terapia por ondas de choque,” [Online]. Available: [https://files.btl.net.com/cor/product\\_documents/53435f4c-16ec-4bef-a80e-86853f446ed2/Shockwave\\_CAT\\_PT301\\_preview\\_1459348116\\_original.pdf](https://files.btl.net.com/cor/product_documents/53435f4c-16ec-4bef-a80e-86853f446ed2/Shockwave_CAT_PT301_preview_1459348116_original.pdf). [Acedido em Julho 2017].
- [17] BTL Portugal, “Cardiologia & Espirometria,” [Online]. Available: [https://files.btl.net.com/cor/product\\_documents/035ec8d0-0d33-4c7f-9602-15fc0264f127/BTL\\_cardio\\_spiro\\_CAT\\_POR400\\_1459347497\\_original.pdf](https://files.btl.net.com/cor/product_documents/035ec8d0-0d33-4c7f-9602-15fc0264f127/BTL_cardio_spiro_CAT_POR400_1459347497_original.pdf). [Acedido em Junho 2017].
- [18] BTL Portugal, “BTL Cardiopoint,” [Online]. Available: <https://www.btlportugal.pt/produtos-cardiologia-software-cardiopulmonar>. [Acedido em Agosto 2017].
- [19] BTL, “O que é BTL Exilis?,” [Online]. Available: <https://www.btlaesthetics.com/pt/btl-exilis>. [Acedido em Julho 2017].
- [20] Ferreira, L. (2010). *Fisioterapia e reabilitação física em animais de companhia*. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.
- [21] Seeber, F. (2008). Light Sources and Laser Safety. In *Fundamentals of Photonics* (pp. 39–72). New Jersey.
- [22] Nunes, D. F. V. (2016). *Magnetoterapia como modalidade adjuvante no manejo de dor em reabilitação funcional*. Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

## 7. Anexos

### Anexo I

Em anexo é exemplificado o relatório resultante do teste de segurança elétrico realizado pelo equipamento Fluke Biomédical ESA612. Na segunda e terceira página, onde aparecem os resultados do teste, são apresentados valores medidos e valores de referência para os parâmetros citados na Secção 2.2.

i

22-03-2017

#### Teste de segurança Eléctrica

### Test record

TEST PASSED			
<b>Test performed</b>		<b>Ansur components used</b>	
Date:	22-03-2017	Ansur	Version 2.9.7
Record:	DUT_CL2_BF_ESA612_101.mts	Plug-In: AVPI	Version 2.4.10
Template:	DUT_CL2_BF_ESA612_101.mtt	Plug-In: ESA612	Version 1.1.2

### Test setup

#### Selections

Service events performed	Standards performed
	IEC 62353 (CL2)

#### Device under test

Serial number	071D-B-05204	Type	BTL-08 ECG
Appliance code		Model	SD3
Group		Location	
Status		Address 1	
Manufacturer	BTL	Address 2	

#### MTI Data

Test instrument	Serial number	Firmware version
ESA612B	2892037	v2.05

### Signatures

\_\_\_\_\_

## Test result

Test element	Test type				Fail
Report No. <i>Result:</i> Fill in the Report No.	<i>General List</i> <i>Recorded value</i> 01/22-03-2017				
Device Serial No. <i>Result:</i> Fill in the Device Serial No.	<i>General List</i> <i>Recorded value</i> 071D-B-05204				
Measuring Conditions - Temperature <i>Limits:</i> IEC - IEC 62353 (CL2) <i>Result:</i> Fill in the ambient temperature	<i>High value</i>  <i>Recorded value</i> 23	<i>Low value</i>  °C	<i>Unit</i>		
IEC 62353 Direct Leakage - Class II <i>Configuration:</i> Polarity Switching Delay:5(s)	<i>Auto Sequence</i>				
<b>Module Configuration</b>					
#	Module info	Class		Leads	
7	Module Code Serial No. Type	ALL APPLIED PARTS BF		1	
Mains Voltage	<i>Mains Voltage</i>				
Live to Neutral <i>Result:</i> Live to Neutral	<i>Value</i> 230,4	<i>Mains Voltage</i> <i>Live to Neutral</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Live to Earth <i>Result:</i> Live to Earth	<i>Value</i> 231,1	<i>Mains Voltage</i> <i>Live to Earth</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Neutral to Earth <i>Result:</i> Neutral to Earth	<i>Value</i> 1,0	<i>Mains Voltage</i> <i>Neutral to Earth</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Direct Equipment Leakage	<i>Direct Equipment Leakage</i>				
Normal Condition <i>Result:</i> Normal Condition	<i>Value</i> 2,4	<i>Direct Equipment Leakage</i> <i>Normal Condition</i> <i>Unit</i> uA		<i>High limit</i> 100	<i>Low limit</i> 0 <i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Normal Condition, Reversed mains <i>Result:</i> Normal Condition, Reversed mains	<i>Value</i> 2,5	<i>Direct Equipment Leakage</i> <i>Normal Condition, Reversed mains</i> <i>Unit</i> uA		<i>High limit</i> 100	<i>Low limit</i> 0 <i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)

Serial number: 071D-B-05204  
Date: 22-03-2017

Page 2 of 3  
C:\Users\Carlos\Desktop\Fluke\DUT\_CL2\_BF\_ESA612\_101.mts

Fluke Biomedical AnsurTest Report

i

22-03-2017

Test element	Test type					Fail
Direct Applied Part Leakage	Direct Applied Part Leakage					
Normal Condition	Direct Applied Part Leakage Normal Condition					
<b>Result:</b> ALL APPLIED PARTS	<b>Value</b> 9,2	<b>Unit</b> uA	<b>High limit</b> 5000	<b>Low limit</b> 0	<b>Standard</b> IEC 62353 (CL2)	
Normal Condition, Reversed mains	Direct Applied Part Leakage Normal Condition, Reversed mains					
<b>Result:</b> ALL APPLIED PARTS	<b>Value</b> 9,1	<b>Unit</b> uA	<b>High limit</b> 5000	<b>Low limit</b> 0	<b>Standard</b> IEC 62353 (CL2)	
Insulation Resistance <b>Configuration:</b> Test Voltage:500V	Insulation Resistance					
Mains to Applied Parts	Insulation Resistance Mains to Applied Parts					
<b>Result:</b> ALL APPLIED PARTS	<b>Value</b> 99999,0	<b>Unit</b> MOhm	<b>High limit</b>	<b>Low limit</b> 20	<b>Standard</b> IEC 62353 (CL2)	
Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part	Insulation Resistance Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part					
<b>Result:</b> Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part	<b>Value</b> 99999,0	<b>Unit</b> MOhm	<b>High limit</b>	<b>Low limit</b> 20	<b>Standard</b> IEC 62353 (CL2)	
Applied Parts to Non-Earth Accessible Conductive Part	Insulation Resistance Applied Parts to Non-Earth Accessible Conductive Part					
<b>Result:</b> ALL APPLIED PARTS	<b>Value</b> 99999,0	<b>Unit</b> MOhm	<b>High limit</b>	<b>Low limit</b> 20	<b>Standard</b> IEC 62353 (CL2)	

Serial number: 071D-B-05204

Page 3 of 3

